

**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**



**MASKIN-  
PROVNINGARNA**

## **HACKA RÄTT OCH MÅ BRA**

En orienterande studie om arbetsmiljön vid användning av manuella och motordrivna redskap för ogräsbekämpning

**Susanne Hansson  
Helen Johansson  
Lars Kristiansson  
Berit Mattsson**



---

**Institutionen för lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 154  
Report  
Uppsala 1992**

ISSN 0283-0086

ISBN SLU-LT-R- -154- -SE

---

DOKUMENTDATABLAD för rapportering till SLU:s lantbruksdatabas LANTDOK,  
Svensk lantbruksbibliografi och AGRIS (FAO:s lantbruksdatabas)

Institution/motsvarande Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för lantbruksteknik och Statens Maskinprovningar		Dokumenttyp Rapport	
		Utgivningsår 1992	Målgrupp Alla
Författare/upphov Susanne Hansson Helen Johansson Lars Kristiansson Berit Mattsson			
Dokumentets titel Hacka rätt och må bra - En orienterande studie om arbetsmiljön vid användning av manuella och motordrivna redskap för ogräsbekämpning			
Amnesord (svenska och /eller engelska) Arbetsmiljö, handhackor, motorhackor, ogräsbekämpning, buller, vibrationer, ergonomi, ogräseffekt.  Working environment hand hoes, motor hoes, weed control, noise, vibrations, ergonomics.			
Projektnamn (endast SLU-projekt)			
Serie-/tidskriftstitel och volym/nr Sveriges lantbruksuniversitet Rapport 153 Inst. för lantbruksteknik		ISN/ISRN SLU-LT-R--154--SE  ISSN 0283-0086	
Språk Svenska	Smf-språk Engelska	Omfång 63s, + bilagor	Antal ref. 17

Postadress

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET  
Ulmabiblioteket, Förvarvsavdelningen/LANTDOK  
Box 7071  
S- 750 07 UPPSALA  
Sweden

Besöksadress

Centrala Ultuna 22  
Uppsala

Telefonnummer

018-67 10 00 vx  
018-671103

Telefax

018-3010 06

## Förord

Vi vill rikta ett tack till Arbetsmiljöfonden som möjliggjort projektet genom att stå för finansieringen. Dessutom vill vi tacka de tillverkare och återförsäljare som ställt redskap till vårt förfogande. Ett tack riktas också till de som ställt försöksytor till förfogande för oss. Utöver de egna undersökningarna har vi fått hjälp av Parkförvaltningen i Alnarp samt en koloniträdgårdsförening i Jägersro som också provat och utvärderat redskapen.

Ett stort tack till sjukgymnast Marianne Ståhl från Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Lantbrukets Byggnadsteknik i Lund som hjälpt oss med utvärdering av redskapen ur ergonomisk synpunkt.

Sist, men inte minst, vill vi som författat rapporten tacka alla de medarbetare på Statens Maskinprovningar i och Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Lantbruksteknik som på olika sätt deltagit i arbetet med projektet.

Alnarp i december 1991

Susanne Hansson, Helen Johansson, Lars Kristiansson och Berit Mattsson

## Sammanfattning

Rapporten utgör en redovisning av en undersökning av arbetsmiljön vid användning av manuella handredskap och främst små motorhackor i planteringar och grönsaksodlingar. De faktorer som undersökts är arbetet ur ergonomisk synpunkt, vilken effekt på ogräset som erhöles och hur lång tid det tar att bearbeta en viss yta. För de motordrivna redskapen undersöktes dessutom buller, vibrationer i handtag och vissa mätningar av krafter genomfördes.

I rapporten finns en teknisk beskrivning av de redskap som ingick i studien. I en litteraturstudie om ergonomi beskrivs vilka skador på kroppen som kan orsakas av felaktiga arbetsställningar och belastning. I de egna försöken har försökspersonerna graderat belastningen på olika kroppsdelar vid arbete med olika redskap. Eftersom det ofta saknas möjlighet att justera redskapen efter längd och kroppsbyggnad upplevde försökspersonerna med liten kroppsbyggnad andra problem än försökspersoner med medelstor kroppsbyggnad. Exempel på detta är att om man är lång finns risk för att man tvingas böja ryggen för mycket vilket kan leda till att det uppstår smärta i rygg och axlar. De som har liten kroppsbyggnad kan istället uppleva redskapens tyngd som besvärande.

Vid arbete med motorhackorna uppmättes bullernivån. Om bullernivån överstiger 85 dB (A) skall hörselskydd användas. Alla motorhackor utom en hade en bullernivå som översteg detta värde.

Det finns olika standard för hur mycket vibrationer som kan accepteras i olika arbetssituationer utan att ge risk för långsiktiga skador på kroppen. De skador som kan uppstå är sk vita fingrar samt stickningar, smärta och domning i fingrar. I de egna undersökningarna visade det sig att vibrationsnivåerna för de flesta maskiner var alltför höga för att vara acceptabla. Speciellt vid arbete i jord som är hård eller där det finns mycket sten kan höga vibrationsnivåer uppstå.

Den statiska och dynamiska belastningen på kroppen var ofta hög, i synnerhet om jorden var hård och stenbemängd.

Efter de relativt korta tider som varje redskap använts är det svårt att dra några säkra slutsatser om de olika redskapens effektivitet med tanke på tidsförbrukning. En sak som kan tyckas förvånande är dock att skillnaden i tidsförbrukning vid användning av manuella handredskap och små motorhackor var liten. Det gick för det mesta något snabbare vid användning av motordrivna redskap, men skillnaden var inte stor.

Det förelåg inte några stora skillnader när det gäller ogräseffekten efter behandling med olika redskap. Generellt kan sägas att det är viktigt att man inte väntar för länge mellan behandlingarna. Om ogräsplantorna hunnit växa sig stora krävs stor kraft för att skära av dem eller hacka upp dem. Dessutom får man problem med de stora plantorna genom att de lindas in i hackorganen på motorhackorna som måste rensas rena från växtresterna för att kunna fungera ordentligt.

I diskussionen framhålls att situationen för de personer som yrkesmässigt använder manuella och motordrivna redskap för ogräsbekämpning är oacceptabel. De utsätts för en rad olika arbetsmiljörisker. För att komma till rätta med detta krävs insatser när det gäller förbättring och utveckling av nya redskap. Men det är också nödvändigt att förbättra utformningen av de ytor som skall bearbetas. Utbildning av personer som skall arbeta mycket med den här typen av redskap kan också bidra till att minska antalet arbetsskadade i framtiden.

**Tabell A. Sammanställning av undersökningens resultat för motorhackor.**

Tabell A	Vibrationer (m/s <sup>2</sup> )		Buller dB(A)	Ogräseffekt efter behandling *			
Motorhackor	Handplacering på redskap **			Hård yta	Mjuk yta		
				Antal dagar efter behandling			
	Övre hand	Nedre hand		23	26	13	24
Green Machine	9,2	15,0	92,5	---	---	---	---
Hackboy	6,6	5,6	89,0	---	---	---	---
Honda F405	17,0 H	---	82,0	---	1,0	---	2,5
Little Wonder SV 4	8,2	9,5	90,0	2,7	2,5	2,5	1.0
Ryobi Cultivat. RC100	19,0 H	15,0 V	95,0	3,0	2.0	4,5	2,0
Stihl FR 106	6,2	9,2	92,5	4,0	2.0	---	---
Tanaka	11,0	15,0	91,5	---	---	6,5	3,0
Ryobi Trimmer	---	---	---	2,0	2,0	---	---

\* Bedömning av ogräseffekt efter behandling 0=ogräsfritt, 5=50% av ytan ogrästäckt, 9=100% av ytan ogrästäckt

\*\* Handplacering på redskap H= höger hand, V= vänster hand

**Tabell B. Sammanställning av undersökningens resultat för handhackor.**

Värdet för renshackor utgör medelvärde för 4 redskap, för pendelhackor och skyffeljärn medelvärde för 2 redskap.

Tabell B	Bedömning av ogräseffekt efter behandling.			
Handhackor	0= Ogräsfritt 5= 50% av ytan ogrästäck 9 = 100% av ytan ogrästäck			
	Hård yta		Mjuk yta	
Antal dagar efter varje behandling *	23	26	13	24
Renshackor/ Rensjärn	2,0	2,7	2,5	1,2
Skyffeljärn	3,0	3,5	2,2	1,0
Pendelhackor	2,5	3,0	3,0	1,7

*\*Två behandlingar per yta*

Bedömningen av arbetsställningen är så komplicerad att den ej kan sammanställas till en tabell.

## Summary

This report deals with an investigation of the working environment when using manual weeding implements and small motor weeders in plantations and vegetable gardening. Factors taken into account include ergonomics, weeding effect and the length of time required to treat a given area. In the case of motor driven equipment, levels of noise and handle vibration were also examined and certain measurements of force were carried out.

The report includes a technical description of the equipment covered in the study. In a survey of literature on ergonomics, the injuries which can be caused by incorrect working posture and strain are described. In our own experiments, the subjects graded the strain on different parts of the body when working with the various pieces of equipment. As it is seldom possible to adjust the equipment to suit individual height and build, different sorts of problems were experienced by the research subjects. For example, a tall person may have to stoop, with resulting pains in the back and shoulders. A person of small build, on the other hand, may find the weight of the equipment cumbersome.

The noise levels of motor weeders were measured. Hearing protection must be used when levels exceed 85 dB (A). Of the motor weeders examined, all but one, the Honda F405, had excessive noise levels.

There are set standards for the amount of vibration which is acceptable in various work situations and which involves no risk of long term injury to the body. Injuries which can occur include so-called white fingers and tingling and numbness in the fingers. Our own research has shown that the vibration levels for several machines were far too high to be acceptable. High vibration levels can occur especially when working in ground which is hard or stony.

Working in hard or stony ground can also lead to high levels of static and dynamic strain on the body.

As each piece of equipment is used for a relatively short period of time, it is difficult to draw any definite conclusions on its efficiency as regards time consumption. A fact which may cause surprise is that there was very little difference in time consumption between using manual weeding implements and motor weeders. Using motor driven equipment was, on the whole, a little faster, but the difference was marginal.

There were no great differences in the weeding results after treatment with the various pieces of equipment. Generally it can be said that not too much time should elapse between treatments. The bigger the weeds have grown, the greater the force required to cut them down or hack them up. The large plants also cause problems by getting entangled in the hacking devices of the motor weeder, which must then be cleared from plant debris before being able to function properly again.

In the discussion, it is maintained that those who use manual and motor driven equipment for weed control in their jobs have a working environment which is unacceptable and which subjects them to several risks. In order to come to terms with this problem, measures are required to improve and develop new equipment. It is also necessary to improve the design of the area which is to be worked on. Training in the use of this type of equipment can also contribute to a reduction, in the future, in the number of people with work related injuries.

**Table A.** *Compilation of results for machine hoes.*

Table A	Vibrations (m/s <sup>2</sup> )		Noise level dB(A)	Assessment of weeding effect after treatment *			
Machine hoes	Placing of hands **			Hard surface		Soft surface	
				No. of days after each treat- ment (two treatments per sur- face)			
	Upper hand	Lower hand		23	26	13	24
Green Machine	9,2	15,0	92,5	---	---	---	---
Hackboy	6,6	5,6	89,0	---	---	---	---
Honda F405	17,0 H	---	82,0	---	1,0	---	2,5
Little Wonder SV 4	8,2	9,5	90,0	2,7	2,5	2,5	1.0
Ryobi Cultivat. RC100	19,0 H	15,0 V	95,0	3,0	2.0	4,5	2,0
Stihl FR 106	6,2	9,2	92,5	4,0	2.0	---	---
Tanaka	11,0	15,0	91,5	---	---	6,5	3,0
Ryobi Trimmer	---	---	---	2,0	2,0	---	---

\* Assessment of weeding effect after treatment. 0=weed-free, 5=50% of surface weedy, 9=100% of surface weedy.

\*\* Placing of hands on tool. R= right hand, L= left hand



**Table B.** *Compilation of results for hand hoes.*

*The value for the weeding hoes is the mean value for 4 tools and for the pivot hoes and the dutch hoes, the mean value for 2 tools.*

<b>Table B</b>	<b>Assessment of weeding effect after treatment.</b>			
<b>Hand hoes</b>	<b>0= weed-free</b> <b>5= 50% of surface weedy</b> <b>9 = 100% of surface weedy</b>			
	<b>Hard surface</b>		<b>Soft surface</b>	
<b>Days after each treatment *</b>	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>24</b>
<i>Weeding hoes</i>	2,0	2,7	2,5	1,2
<i>Dutch hoes</i>	3,0	3,5	2,2	1,0
<i>Pivot hoes</i>	2,5	3,0	3,0	1,7

*\*Two treatments per surface*

## Innehållsförteckning

1 Inledning .....	1
2 Teknisk beskrivning av provade redskap .....	3
Manuella handredskap .....	4
Renshackor (bethackor) .....	4
Pendelhackor .....	5
Skyffeljärn .....	6
Skaft/Handtag .....	7
Tekniska data .....	8
Motorhackor .....	10
Buren motorhacka Stihl FR106 .....	10
Buren motorhacka Green Machine .....	11
Buren motorhacka Tanaka AST 7000N försedd med kultivator TMC 200 .....	12
Buren motorhacka Hackboy .....	13
Liten motorhacka Little Wonder SV 4 .....	14
Liten motorhacka Ryobi Cultivator RC 100 .....	15
Stor motorhacka Honda F 405 .....	16
Tekniska data .....	17
3 Ergonomi .....	18
Litteraturstudie .....	18
Material och metoder .....	20
Resultat och utvärdering .....	22
Manuella handredskap .....	22
Renshackor (bethackor)/rensjärn .....	22
Pendelhackor .....	24
Skyffeljärn .....	26
Övriga .....	27
Motorhackor .....	28
Burna motorhackor (Stihl FR106, Tanaka AST 7000N, Ryobi RHL 1100, Green Machine, och Hackboy) .....	28
Små motorhackor (Ryobi Cultivator RC 100, Little Wonder SV 4) .....	30
Stora motorhackor (Honda F405) .....	30
Start och stopp av motorhackorna .....	31
4 Arbetsbelastning - kraft och vibrationer .....	32
Litteratur .....	32
Vad krävs av burna och/eller handförda maskiner enligt EG:s mas- kinsäkerhetsstandard? .....	32
Gällande vibrationsmättningsstandarder .....	32
Arbetarskyddsstyrelsens föreskrift för motorkedjesågar .....	35
Bestämning av vibrationsnivån hos motorkedjesågar enligt SS-ISO 7505 .....	36
Pågående standardiseringsarbeten .....	36
Vibrationsklassning av handverktyg enligt Statens Provnings- anstalts (SP) maskinsäkerhetsstandard .....	37
Jordfräsar och motorhackor .....	37
Hur påverkas människan av höga vibrationsnivåer och stora kraf- ter? .....	38

Vilka typer av vibrationsskador kan uppstå? .....	39
Material och Metoder .....	39
Mätutrustning och mätningarnas genomförande .....	39
Gemensamt .....	39
Vibrationsmätningar .....	39
Kraftmätningar .....	41
Buller .....	42
Resultat och utvärdering .....	42
Vibration .....	42
Buller .....	44
Utvärdering av resultaten .....	44
Tolkning av mätkurvor .....	45
Histogram .....	45
Kurva .....	45
Diskussion kring de erhållna resultaten vid mätning av vibration ....	47
Förslag till vibrationsmätningar under jämförbara förhållanden .....	48
Kraft- och vibrationspåverkan på operatören .....	48
Burna mindre motorhackor .....	48
Sammandrag av några olika skydds- och arbetsmiljöfaktorer .....	49
5 Arbetsresultat och tidsförbrukning .....	51
Material och metoder .....	51
Resultat och utvärdering .....	52
Manuella handredskap .....	52
Renshackor/Rensjärn (Wedevåg 5430, Gardena 3189, Wolf. HO-M14, Munkforshackan) .....	52
Pendelhackor (Norberg 34, Wolf DA-S) .....	53
Skyffeljärn (Norberg 31, Zink Lysbro 24) .....	53
Motorhackor .....	54
Burna motorhackor Ryobi RLH1100 med kultivator RGC1100 och Stihl FR106 .....	55
Buren motorhacka Green Machine .....	55
Buren motorhacka Tanaka AST 7000N .....	55
Buren motorhacka Hackboy .....	55
Små motorhackor Little Wonder SV 4, Ryobi Cultivator RC100 .....	56
Stor motorhacka Honda F405 .....	56
Tidsstudie .....	57
6 Diskussion .....	59
7 Referenser .....	62
8 Bilagor .....	64
1. Adresser till deltagande maskin och redskapsleverantörer .....	64
2. Figurer .....	64
3. Tabeller .....	64

## 1 Inledning

Den växande kritiken mot användningen av kemiska bekämpningsmedel har lett till en strävan att utesluta eller åtminstone minska användningen av dem. På grund av ökade sparkrav tvingas man dock minska kostnaderna för skötsel av planterings och odlingsytor. Dessa två ökande krav är svåra att förena, vilket har lett till behov av nya metoder och förbättrade redskap. Om man inte lyckas få fram förbättrade metoder tvingas man minska på ambitionsnivån, när det gäller att hålla ytorna fria från oönskad vegetation.

Vid etablering av plantor är det särskilt viktigt att man bekämpar ogräset effektivt för att plantorna skall få en snabb etablering, utan konkurrens om ljus, vatten och växtnäring från ogräsplantor. Vid skötsel av rabatter med fria jordtytor, där ogräsplantor kan etablera sig och vid hackning mellan plantor i grönsaksodlingar, krävs därför stor arbetsvana för att uppnå ett gott resultat.

Man har konstaterat att långvarigt arbete med manuella redskap för ogräsbekämpning kan leda till bestående förslitningsskador hos operatören. Det finns en relativt stor grupp trädgårdsarbetare, som arbetar i odlingsföretag och med parkskötsel, som är utsatta för denna risk. Det är anmärkningsvärt att så lite utvecklingsarbete gjorts när det gäller denna typ av redskap. Motordrivna redskap används också, vilka dessutom för med sig andra olägenheter som buller, vibrationer, avgaser och snedbelastningar för operatören.

Relativt lite har gjorts för att kartlägga hur arbetsmiljön för dessa trädgårdsarbetare ser ut. Inom flera olika områden saknas det lämpliga metoder för utvärdering av arbetsmiljöfaktorer vid användning av den här typen av redskap. Vi tänker då främst på vibrationer, statiska och dynamiska krafter samt arbetsställningar. Vår förhoppning är att en ökad kunskap om dessa faktorer skall kunna leda till förbättring och utveckling av nya redskap för ogräsbekämpning. Detta kan i sin tur leda till förbättrad arbetsmiljö och minskade hälsorisker för operatören, samtidigt som vi får bättre möjligheter att bibehålla värdefulla rekreationsytor och odlingsytor utan insatser av kemiska bekämpningsmedel.

Statens Maskinprovningar och Avdelningen för park- och trädgårdsteknik i Alnarp har därför gemensamt planerat och genomfört detta projekt som finansierats av Arbetsmiljöfonden. Undersökningar av olika redskap har gjorts både med tanke på arbetsmiljön och ogräseffekten vid användning av de olika redskapen. Ogräseffekten är viktig att dokumentera, då det är möjligt att minska antalet behandlingar per säsong med ett redskap som ger långsiktig god ogräseffekt.

Statens Maskinprovningar har ansvarat för arbetet med de avsnitt i rapporten, som handlar om vibrationer, buller och mätning av krafter. Trots stora insatser lyckades vi inte mäta de kraftbelastningar som operatören utsätts för vid arbete med redskapen. Metodiken för mätning av dessa krafter visade sig vara mycket

komplikerad. Istället har vi försökt redovisa denna faktor genom att redogöra för hur försökspersonerna upplevt arbetsbelastningen vid arbete med olika redskap. Avdelningen för park- och trädgårdsteknik har ansvarat för arbetet med tidsförbrukning, arbetsresultat med tanke på ogräsbekämpning och ergonomi vid användning av de olika redskapen.

Sammanlagt har ett tjugotal handredskap och åtta motorhackor tillhandahållits av tillverkare och återförsäljare. Det har inte varit möjligt att använda samtliga redskap i alla försöken. Istället har vi valt ut redskap som får representera olika redskapstyper.

Målet för undersökningen var att kunna lämna rekommendationer när det gäller val av redskap i olika bekämpningssituationer, och ge förslag på standardiserade provningsmetoder och kravspecifikationer. De resultat som redovisas i rapporten kan enligt vår uppfattning ligga till grund för ett framtida utvecklingsarbete när det gäller att få fram nya, bättre redskap än de som saluförs idag.

Projektet har genomförts under 1991 och de praktiska undersökningarna har genomförts i planteringsytor och fält på Alnarp.

## **2 Teknisk beskrivning av provade redskap**

Maskinerna och redskapen kan indelas i följande huvudtyper.

### *Manuella handredskap:*

- \* Renshackor
- \* Pendelhackor
- \* Skyffeljärn

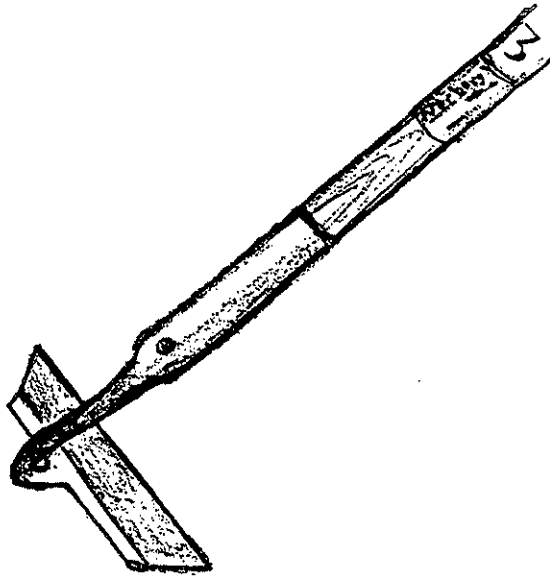
### *Motorhackor:*

- \* Burna motorhackor:  
Green Machine (har bärsele), Hackboy, Ryobi RHL 1100,  
Tanaka AST 7000N, Stihl FR 106 (motorn på ryggen).
- \* Små motorhackor:  
Little Wonder SV 4 och Ryobi Cultivator RC 100.
- \* Stora motorhackor:  
Honda F405

Tekniska data för handredskap i tabell 1 (sid 8-9) och för motorhackor i tabell 2 (sid 17).

## Manuella handredskap

### **Renshackor (bethackor)**



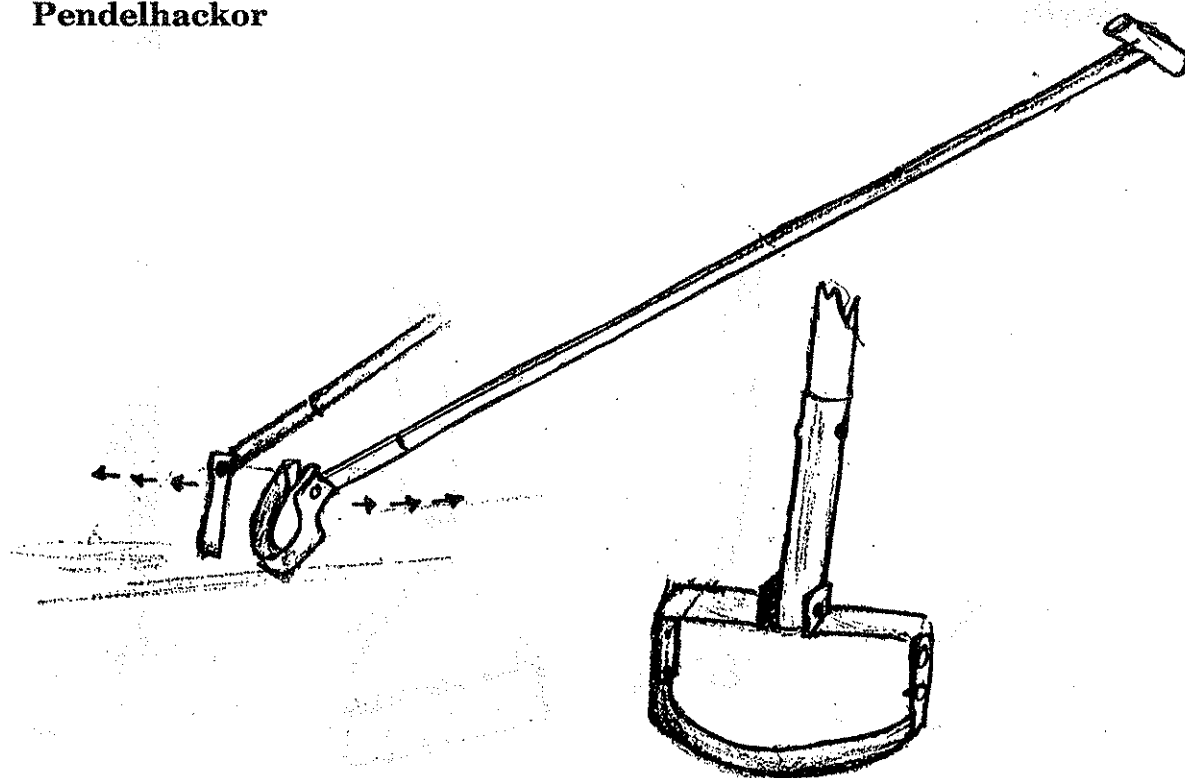
*Figur 1. Renshacka/Rensjärn*

Många rensackor har kort skaft (ca 1,40 m). Detta medför att man håller hackan nära kroppen och skaftet är förhållandevis lodrätt. Beroende på att man står nära det man hackar blir precisionen ganska bra. Man tvingas emellertid kröka rygg och nacke ganska mycket. Renshackan lämpar sig för rensning runt plantor.

Rensjärnets blad består av en smal ställist, vars ytterändar är uppsvängda och fästa vid ett träskaft. Bearbetningsorganet är stigbygelformat.

Rörelsen vid hackningen är riktad mot operatören. Bladet är tunt och tillverkat av "fjädrande stål". Bladet är fäst i en ställist. På denna är en tapp, så kallad tånge fastsvetsad, vilken är fäst i ett träskaft. Skaftet kan vara fast eller utbytbart.

## Pendelhackor



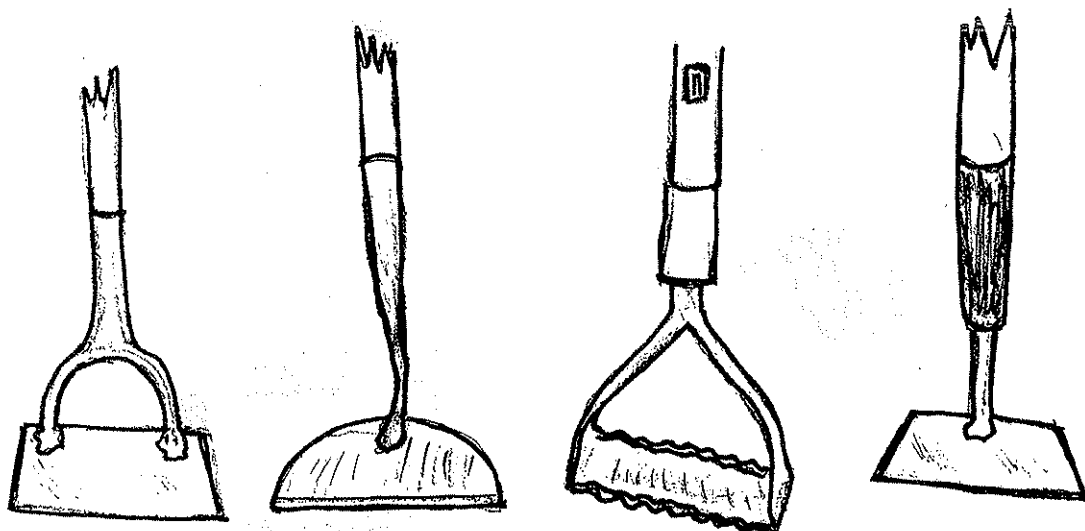
*Figur 2. Pendelhacka*

Pendelhackan har oftast långt skaft (ca 1,70 m). Detta medför att man håller den långt ifrån kroppen. Änden på skaftet är oftast försedd med ett handtag. Skaftet kan vara fast eller utbytbart. Bearbetningsrörelsen är riktad både ifrån och mot operatören.

Bearbetningsorganet är stigbygelformat och har ett smalt knivblad som är slipat på båda långsidorna. För att den skall kunna bearbeta i båda riktningarna är kniven rörligt upphängd i två punkter för att ge rätt angreppsvinkel mot marken.



## Skyffeljärn



*Figur 3. Skyffeljärn*

Skyffeljärnet har oftast långt skaft. Detta medför att man håller det långt från kroppen och skaftet blir förhållandevis vågrätt. Änden på skaftet är oftast försedd med ett handtag. Skaftet kan vara fast eller utbytbart.

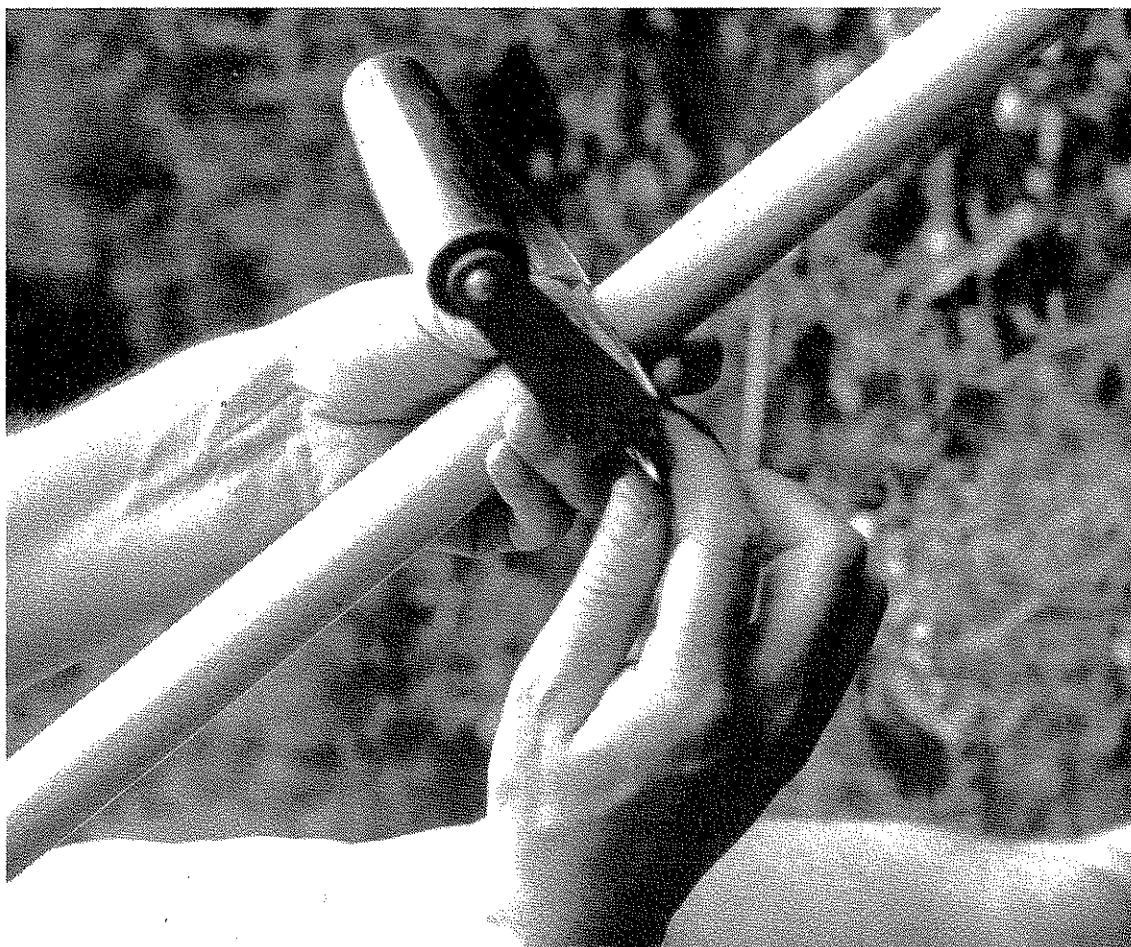
Bladet kan vara fäst vid skaftet i en eller två punkter (enkel eller dubbel tånge). Oftast är bladet endast slipat i främre kanten. Rörelsen vid bearbetning blir således riktad ifrån kroppen.

En del skyffeljärn är slipade både i fram- och bakkant. Man bearbetar jorden då järnet förs framåt och bakåt. För att få rätt angreppsvinkel mot marken är bladet ofta kupigt.

## Skaft/Handtag

Skaften till hackkorna är ofta tillverkade av rundstav i trä. Änden kan vara försedd med en krycka (handtag) vinkelrätt eller snett placerad i förhållande till skaftet. En del skaft är gjorda av aluminiumrör. I något fall är övre änden krökt och försedd med en plastmuff för att den skall vara mera greppvänlig.

Skaftet kan var utbytbart och av olika längd för att passa olika personer. Det finns också lösa handtag, som man skruvar fast vid skaftet i det läge som passar bäst.



*Figur 4. Löst handtag kan monteras*

Beroende på olika längd på operatören kan vinkeln mellan bearbetningsorgan och skaft behöva ändras. Ofta tvingas man att böja tången till passande vinkel.

Tabell 1 a) Tekniska data för handredskapen

Fabrikat	Vikt	Längd	Arbets- bredd	Vinkel mot marken	Bearb.riktning från/mot operatören	Bladut- formning	Skaft material	Blad antal	Fast/ utbytbar skift
	kg	m	cm	°					
<u>Renshackor</u>									
Munkforshackan	0,8	1,6	Max 14	70	Mot	Böjt	Trä	2	Fast
Norbergs 18	0,73	1,44	16	83	Mot	Plant	Trä	1	Fast
Wedevåg 5390	0,75	1,49	14	68	Mot	Böjt	Trä	2	Fast
Wedevåg 5430	0,7	1,39	16,5	87	Mot	Plant	Trä	1	Fast
Gardena 3189	0,85	1,65	23	68	Mot	Plant	Trä	1	Utbytbar
Wolf HU-M10	0,97	1,75	10	60	Mot	Plant	Trä	1	Utbytbar
Wolf H0-M14	1,09	1,85	15	50	Mot	Plant	Trä	2	Utbytbar
<u>Pendelhackor</u>									
Norbergs 34	1,13	1,65	Max 17	44-69	Från/mot	Böjt	Trä	2	Fast
Wolf DA-S	1,85	1,88	15	10-41 20-51	Från/mot	Plant	Trä	2	Utbytbar
Wolf DY-M	1,1	1,78	15	10-41 23-53	Från/mot	Plant	Trä	2	Utbytbar

Tabell 1 b) Tekniska data för handredskapen

Fabrikat	Vikt kg	Längd m	Arbets- bredd cm	Vinkel mot marken °	Bearb.riktning från/mot operatören	Bladut- formning	Skaft material	Blad antal fästpunkter	Fast/ utbytbar skaft
<u>Skyffeljärn</u>									
Norbergs 31	0,98	1,57	17,5	30	Från	Plant	Stål	1	Fast
Norbergs 32	0,78	1,62	15	36	Från	Plant	Trä	1	Fast
Norbergs 33	1,05	1,72	20	26	Från	Plant	Trä	2	Fast
Wedevåg 5361	1,0	1,74	17,5	31	Från	Plant	Trä	1	Fast
Wedevåg 5381	0,84	1,6	2,3	41	Från/mot	Välv	Trä	2	Fast
Wedevåg 5385	0,95	1,64	23	41	Från	Plan	Trä	2	Fast
Wilkinson 202470	0,64	1,45	13	35	Från/mot	Plant	Aluminium	1	Fast
Wilkinson 202486	0,64	1,42	12,5	27	Från	Plant	Aluminium	2	Fast
Zink Lysbro 24	1,0	1,65	23	54	Från	Plant	Trä	2	Fast
Zink Lysbro 28	0,69	1,39	15	47	Från	Plant	Trä	1	Fast
Gardena 3187	0,79	1,62	14	41	Från/mot	Plant	Trä	1	Utbytbar
Wolf GS-M16	0,95	1,73	16	44	Från/mot	Plan	Trä	1	Utbytbar
Wolf RF-M	0,96	1,86	15	33	Från/mot	Räfflat välv	Trä	2	Utbytbar
<u>Övriga</u>									
Zink Lysbro 61	0,76	1,47	Max 12,5	35	Från/mot	Bygel	Trä	2	Fast
Wolf iE-M	1,08	1,82	Max 10 norm 8	55-62	Från/mot	Bygel	Trä	2	Utbytbar

## Motorhackor

### **Buren motorhacka Stihl FR106**

Motorhacka Stihl typ FR 106 har en tvåtaktsmotor som har snörstart. Vid start är drivenheten placerad på marken. I arbete bärs drivenheten på ryggen med hjälp av mjuk bärsele. Den del av drivenheten som ligger mot ryggen är mjuk. Motorn är rörlig kring en axel i förhållande till bärplattformen. Motorn är avvibrerad med gummibuffertar från bärplattformen.



*Figur 5. Stihl FR 106 (arbetsorgan se fig.7)*

Motorhackan har centrifugalkoppling.

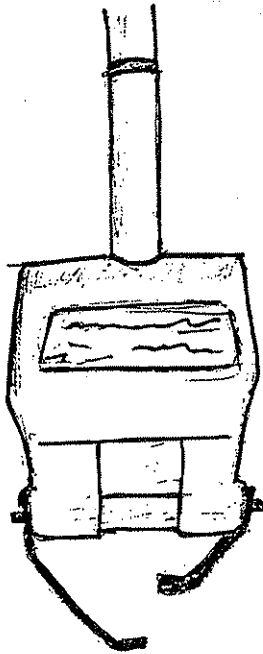
Kraften överförs via en böjlig kabel i ett riggrör av aluminium till hackorganet. Detta består av två tallrikar, som vardera har 6 st knivar. Knivtallriken är fäst vid en drivaxel med en sprint. Hackenheten har ett skydd av hårdplast, som förhindrar beröring.

Det nedre handtaget är av hårdplast och kan förflyttas längs röret. Det övre handtaget är gjort av hårdplast. Invid detta finns ett återfjädrande gasreglage. Framför handtaget finns också en stoppknapp, som bryter strömmen till tändkretsen. I det nedre handtaget kan man fästa en fjädrande gummistropp för att minska den kraft som krävs för att hålla hackorganet. Gummistroppen fästs i bärsele.

Ljuddämparen har skyddsgaller för att man inte skall bränna sig. Avgaserna är riktade snett framåt från föraren.

## Buren motorhacka Green Machine

Motorhackan har en tvåtaktsmotor som är placerad i ena änden av ett riggrör av aluminium. I den andra änden finns hackorganet. Detta består av två knivblad som har pendlande rörelse. Då det ena bladet rör sig framåt rör sig det andra bladet bakåt. Kraften överförs från motorn till hackorganet med en wire som finns inuti riggröret. Det finns inga skydd som hindrar operatören att komma i beröring med hackorganet.



*Figur 6. Green Machine*

Motorhackan har centrifugalkoppling.

Motorn har snörstart. Vid start vilar maskinen på ett stöd som finns på motorn.

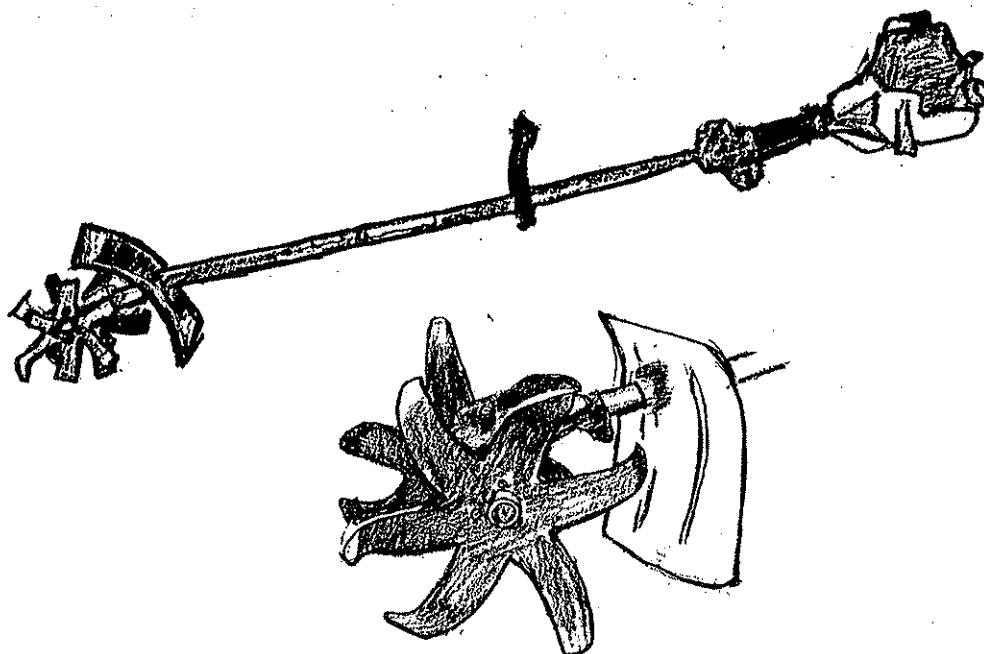
Maskinen har ett nedre handtag av hårdplast vars läge är ställbart på röret. Dessutom finns ett övre handtag av mjukt skumgummi runt riggröret. Vid detta handtag är ett återfjädrande gasreglage placerat. Maskinen är utrustad med bärrem.

På motorn finns en stoppknapp.

I arbetsläge är motorn placerad snett bakom operatören. Avgaserna är riktade bakåt. Ljuddämparen är försedd med skydd för att man inte skall bränna sig.

## Buren motorhacka Tanaka AST 7000N försedd med kultivator TMC 200

Motorhackan är försedd med en tvåtaktsmotor. Motorn startas med en elektrisk startanordning.



*Figur 7. Tanaka AST 7000N*

Motorhackan har centrifugalkoppling.

Motorn är placerad i ena änden av ett riggrör av aluminium. I den andra änden finns hackorganet, som består av två frästallrikar. Vardera tallriken har 6 st fräselement. Tallrikarna är fästa på drivaxeln med sprintar. Kraften från motorn överförs med en wire till en vinkelväxel, som driver frästallrikarna. Hackorganet är försedd med beröringsskydd i gummi.

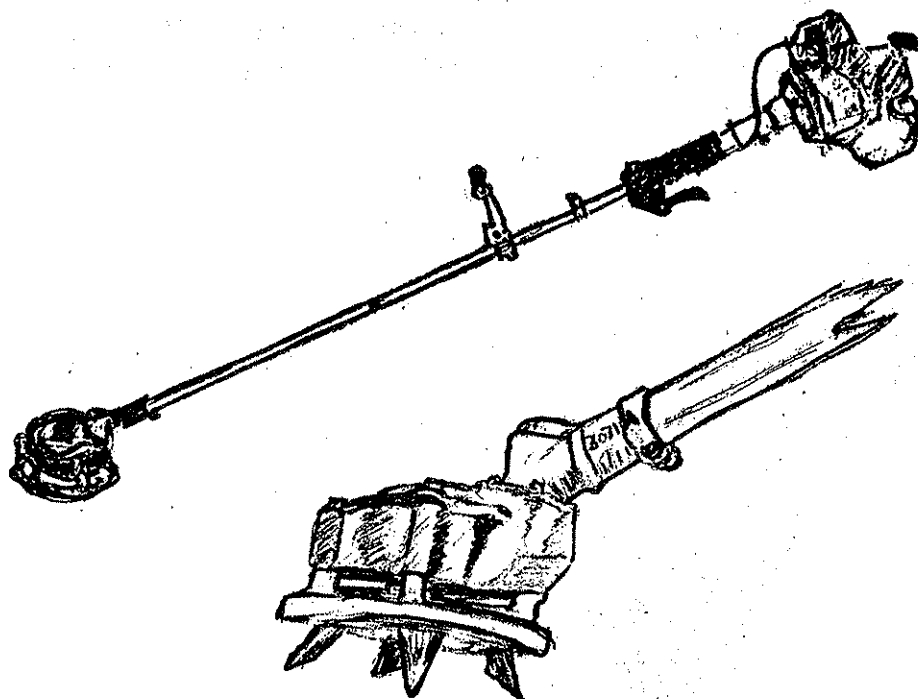
Maskinen har ett nedre handtag som är klätt med mjukt gummi. Handtagets läge är ställbart. Fästnanordning för bärsele saknas.

Maskinen har också ett övre handtag som är klätt med hårdgummi. Intill detta handtag finns ett återfjädrande gasreglage, som kan låsas vid fullt gasreglage. Vid tryckning på gasreglaget utlöses spärren. Vid handtaget finns också en strömbrytare, som bryter strömmen till tändkretsen.

I arbetsläge är motorn placerad snett bakom ryggen. Avgaserna riktas bakåt. Ljuddämparen har skyddsgaller för att man inte skall bränna sig.

## Buren motorhacka Hackboy

Motorhackan är försedd med en tvåtaktsmotor. Motorn är placerad i ena änden på ett riggrör av aluminium. I den andra änden finns hackorganet. Motorn har snörstart.



*Figur 8. Hackboy*

Motorhackan har centrifugalkoppling.

Kraften överförs från motorn med en wire till en vinkelväxel, som driver en lodrätt riktad axel. På axeln finns fyra knivblad fästa, som roterar horisontellt. Hackelementen är omslutna av en skyddsring som skall förhindra att föremål fastnar i hackelementen.

Maskinen har ett nedre handtag som är klätt med hårdgummi. Handtaget kan flyttas på riggröret.

Det övre handtaget omsluter riggröret och är gjort av mjukare hårdgummi. Invid handtaget finns ett återfjädrande gasreglage som kan spärras samt en stoppknapp som bryter strömmen till tändkretsen.

På riggröret finns även en fästpunkt för bärrem.

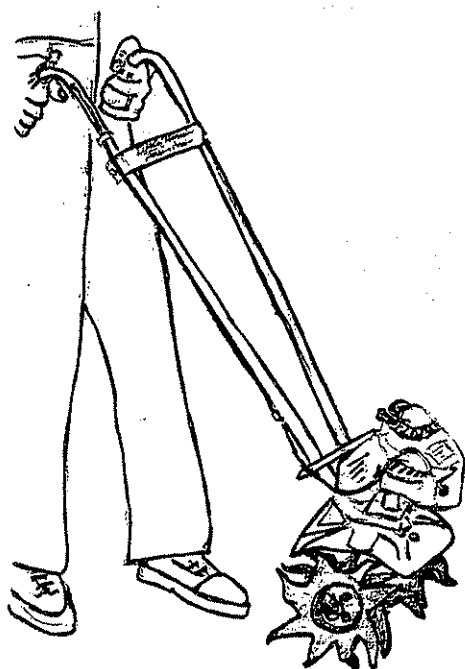
Avgaserna riktas bakåt och mynnar bakom operatörens rygg.

Ljuddämparen har skyddsgaller för att man inte skall bränna sig.



## Liten motorhacka Little Wonder SV 4

Hackan är försedd med en tvåtaktsmotor. Den har centrifugalkoppling. Motorn startas med snörstart. Kraften överföres från motorn till en vinkelväxel som driver frästallrikarna. Tallrikarna är av pressad stålplåt och har 9 st knivar. De avtagbara tallrikarna är fästa vid drivaxeln med hårnålssprintar. Tallrikarnas rotation drar maskinen framåt. Maskinens huvudsakliga vikt vilar på fräsvalsarna. Tallrikarna på maskinen är inte försedda med beröringsskydd.



*Figur 9. Little Wonder SV 4*

Maskinen har två rör som är fästa vid maskinens chassi. I övre änden är rören böjda och utgör handtag. Dessa är klädda med hårdplast. I ena handtaget finns ett återfjädrande gasreglage samt en vippströmbrytare som bryter strömmen till motorns tändkrets.

Ljuddämparen är inkapslad för att man inte skall bränna sig. Avgaserna är riktade framåt från föraren.

## **Liten motorhacka Ryobi Cultivator RC 100**

Ryobi Cultivator har en tvåtaktsmotor som är placerad i ena änden av ett kort riggrör av aluminium. I den andra änden finns en vinkelväxel och knivtallrikar. Motorn har snörstart. (i konstruktion och arbetsätt liknar den Little Wonder, se figur 9)

Motorhackan har centrifugalkoppling.

Kraften från motorn överförs med en wire till en vinkelväxel, som driver fyra tallrikar. Varje tallrik har fyra fräselement. Tallrikarna kan demonteras. De är fästa vid axeln med sprintar.

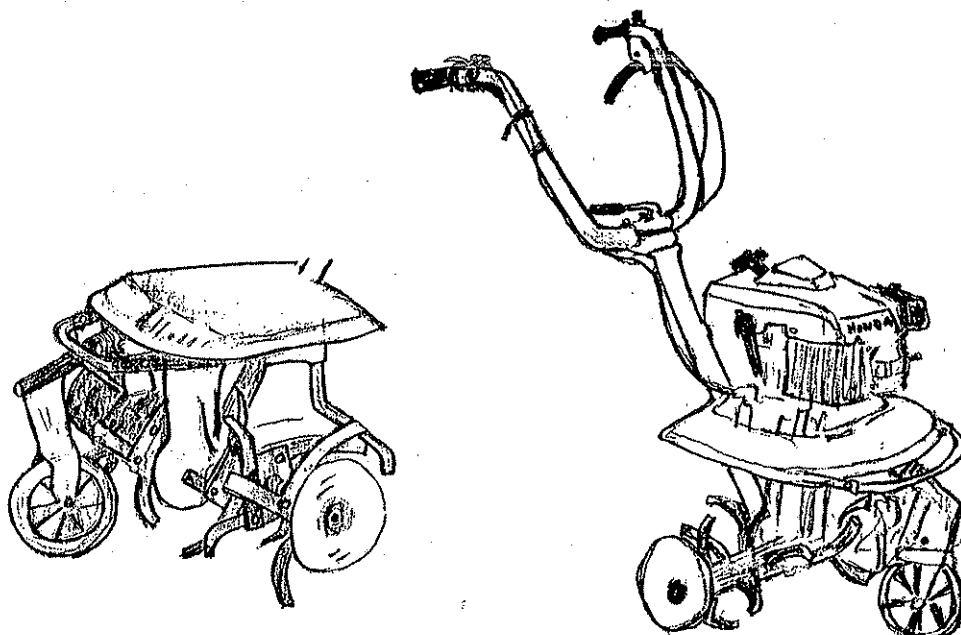
Handtagen på maskinen är gjorda av mjukt gummi. Vid ena handtaget finns ett återfjädrande gasreglage. Maskinen har en stoppknapp som bryter strömmen till tändkretsen. Stoppknappen finns ej i nära anslutning till handtagen.

Maskinen vilar på två små hjul vars höjd kan ställas in. Detta påverkar bearbetningsdjupet.

Motorns avgaser är riktade mot föraren. Ljuddämparen har skyddsgaller för att man inte skall kunna bränna sig.

## Stor motorhacka Honda F 405

Motorhacka Honda typ F 405 har en fyrtaktsmotor som startas med snörstart.



*Figur 10. Honda F 405*

Kraften överförs från motorn via en vinkelväxel till 6 st knivtallrikar. Varje tallrik har 4 knivar som är avtagbara. På drivaxelns ytterändar sitter 2 tallrikar som saknar knivar.

Framtill på jordfräsen finns ett uppfällbart transporthjul. Baktill finns ett rundjörn som används för att bromsa maskinen. Operatören styr maskinen med hjälp av två hårdgummiklädda handtag. På det ena handtaget finns gasreglage. På det andra finns en återfjädrande frikoppling samt ett stoppreglage som bryter strömmen till tändkretsen.

Styrhandtagens läge kan ändras i höjd- och sidled.

Avgaserna riktas framåt från föraren. Ljuddämparen har skyddsgaller för att man inte skall bränna sig.

Tabell 2. Tekniska data för motorhackorna.

	Hack Boy	Green Machine	Honda F405	Little Wonder	Ryobi Cultivator	Stihl	Tanaka
	kg	8	46	SV 4	RC 100	FR 106	AST 7000N
Totalvikt	6			9	10,5	14	7,5
Varvtal på motor	165	130	51	160	143	143	178
Varvtal på rotor	12,8	32 cykler/s	2,2	3,8	3,7	4,1	3,7
Antal knivhjul	4	2	6	4	4	2	2
Arbetsbredd	125	90	630	200	250	170	150
Obearbetad remsa i mitten	-	15	80	60	50	40	40
Handtagsmaterial							
Övre	Gummi	Skumgummi	Hårdgummi	Hårdplast	Skumgummi	Hårdplast	Skumgummi
Nedre	Hårdgummi	Hårdplast		Hårdplast	Skumgummi	Hårdplast	Hårdgummi

### 3 Ergonomi

#### Litteraturstudie

Litteratursökningen visade att det utförts obetydligt med forskning eller några försök inom det specifika området ergonomi för manuella och motordrivna handredskap för ogräshackning. Asiatisk forskning om redskap för ogräsbekämpning finns, men redskapen är annorlunda och försökspersonerna av asiatisk härkomst med annorlunda längd och kroppsbyggnad. Därför är försöksresultaten inte direkt överförbara till våra förhållanden.

Resultat från allmän forskning rörande forskning inom arbetsmiljöområdet i Skandinavien finns. Ur detta material har värderingar gjorts när det gäller detaljer i de olika redskapens utformning, vad som är bra respektive dåligt eller till och med skadligt (Lundgren et al 1987, Hagberg 1987).

Vissa paralleller borde kunna dras mellan städarbete och ogräshackning. Rörelsemönstret är liknande men kraftansträngningen är större vid ogräshackning. Studier finns som visar ett klart samband mellan exponeringen av utåt- och framåtförningar i axelleden samt lång tid med armen i utåt- eller framåtförd position och kronisk seninflammation i axelleden (Hagberg 1987). Exponeringsgrupperna var svetsare, plåtslagare och montörer. Ytterligare en undersökning med lokalvårdare som exponeringsgrupp antyder att det finns ett samband mellan exponering och seninflammation. Seninflammationen var lokaliserad till den axel på vilken lokalvårdaren höll handen längst upp på svabbskaftet. Denna rörelse är samma som den man utför vid ogräshackning med tillägget att belastningen är betydligt större.

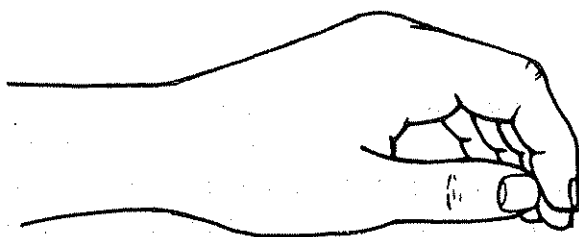
Det saknas uppgifter om hur stort antal rörelser, hur mycket armen vinklats ut eller hur stor belastning, som krävs för att skador skall uppstå. Uppgifter saknas också om hur lång tid det tar mellan exponering och skadlig inverkan. Kvinnliga friska försökspersoner som under en timmes tid fick utföra repetitiva framåtförningar (15 st per minut), fick seninflammation i rotatorkuff (fyra muskler som binder överarmsbenet till skuldran). Inflammationen försvann dock på två veckor. När man för armen utåt och/eller framåt kan en cirkulationsstörning i senan uppstå. Redan vid 30% utåtförning minskas den kapillära cirkulationen. Det ökade trycket i senorna omöjliggör cirkulationen därför att senorna kläms mellan överarmsbenet och ett bentak. Vid statisk belastning försvåras blodcirkulationen i en sena. Detta är ytterligare en faktor som påverkar risken för skador.

Variationerna är stora mellan olika personer. Man påverkas i olika hög grad och den tid de behöver exponeras för att en skadlig inverkan skall uppstå varierar för olika individer. Personens status på muskler och senor, könet och åldern inverkar. En skadlig inverkan kan också pågå under flera år utan att ge symptom och sedan utlöses själva inflammationen av en lätt belastning. Prognosen är oklar, smärta och oförmåga till arbete kan fortgå i flera år särskilt om den påverkade är äldre, medan yngre personer har ett kortare förlopp.

Hög belastning (negativt muskelarbete) kan ge upphov till mikroskopiska slitskador i muskulaturen (Lundgren et al 1987). Bristande blodcirkulation och/eller störning i muskelcellernas normala energistatus kan ge upphov till muskelsmärtor. Detta uppstår vid den typ av rörelse som är mest frekvent vid manuell ogräshackning d v s kraftig vinkling och med armen förd bakåt, kombinerat med stor kraftbelastning när den förs framåt. Vibrationer kan öka belastningen på muskler och senor.

Vid arbete i framåtböjd ställning och likaså vid uppresning från framåtböjd ställning får man en kraftig belastning av ryggsträckarmuskulaturen. Kroppen skulle annars tippa framåt. I princip samma belastning drabbar då också mellankotskivorna i ryggen. Detta beror på att den kraft (sammandragande) som alstras i ryggsträckarmuskulaturen motverkas av en tryckökning i kotor och mellankotskivor. Det är viktigt att arbeta med överkroppen i så lodrät position som möjligt för att skona ryggens muskulatur och ryggraden. Vid arbete i ständigt framåtböjd ställning kommer ryggsträckarmuskulaturen att mer eller mindre kontinuerligt vara statiskt sammandragen om man inte genom stöd avlastar den.

Handens funktionella utgångsställning är den position som upplevs som den mest bekväma.



*Figur 11. Handens funktionella utgångsställning*

När handen befinner sig i detta läge kan den med stor kraft krama kring ett föremål som befinner sig inne i handen. Böjs handen uppåt eller nedåt minskas handens kraft. Vid utformning av handtag och redskap bör man sträva efter en design som ger handen möjlighet att arbeta så nära sin utgångsställning som

möjligt. För att optimal kraft skall kunna utvecklas skall diametern på handtaget/skaftet vara så att minst 1 cm finns mellan tummens bas och pekfingrets spets när man håller i det.

### **Material och metoder**

Motorhackorna och handredskapen provades av utvalda försökspersoner. Handredskapen lämnades dessutom ut till en koloniträdgårdsförening. Varje redskap provades inte av alla personerna. Man bör därför vara försiktig då man jämför resultaten mellan de olika redskapen. Enkäter användes för utvärdering av redskapen. Försökspersonerna videofilmades och en genomgång av arbetsställningarna gjordes tillsammans med sjukgymnast Marianne Stål från Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Lantbrukets Byggnadsteknik i Lund.

Försökspersonerna fick dessutom värdera belastningsgraden på olika kroppsdelar:

- \* nacke
- \* höger resp. vänster axel/skuldra/arm
- \* höger resp vänster hand/handled
- \* ländrygg
- \* höfter
- \* knän
- \* fötter/fotled

Skalan enligt vilken försökspersonerna bedömde belastningen var graderad:

- 1 ringa belastning
- 2 måttlig belastning
- 3 hög belastning

Värderingen grundade sig på körningar/hackningar som varade dels 5-10 min, dels 20-50 min. Därtill gjordes kommentarer och bedömningar av det provade redskapet. De kortare användningstiderna omöjliggör en bedömning av hur redskapen är att använda under en längre tid. Man kan förvänta sig att den upplevda arbetsbelastningen hade varit större om användningstiden varit längre. Körningen/hackningen under 20-50 min gjordes enbart av den manliga försökspersonen. Av försökspersonerna var två kvinnliga, en med liten kroppsbyggnad ca 160 cm lång och vikt ca 50 kg och en med större kroppsbyggnad ca 170 cm lång och vikt ca 65 kg. Den manliga försökspersonen hade normal kroppsbyggnad ca 180 cm lång och vikt ca 75 kg. Alla tre var högerhänta och var relativt vana vid denna typen av arbete.

Markförhållandena varierade mellan lös jord (lättbearbetad) till hård jord (svårbearbetad).

I enkäten till koloniträdgårdsföreningen ställdes frågor om redskapens utformning ur ergonomisk synvinkel:

- \* Känns redskapet bra att arbeta med? (Med kommentar)
- \* Tycker du utformningen av skaftet är bra? (Med kommentar)
- \* Är redskapet tungt eller lätt att arbeta med?

Vid ett uppföljningsmöte gjordes en genomgång av samtliga använda redskap där respektive användare fick lämna sina åsikter muntligen.

I resultatredovisningen kommer redskapen att behandlas på följande sätt:

#### Manuella handredskap:

- \* Renshackor (ex. Munkforshackan, Wedevåg 5390, Wedevåg 5430, Gardena 3189, Wolf HO-M14, Norbergs 18)
- \* Pendelhackor/Rensjärn (ex. Norbergs 34, Wolf DA-S)
- \* Skyffeljärn (ex. Norbergs 32,33, Wilkinson 202470,202486, Wolf GS-M16, Gardena 3187)
- \* Övriga (ex. Zink Lysbro 61, Wolf iE-M)

#### Motorhackor:

- \* Burna motorhackor (Stihl FR106, Tanaka AST 7000N, Ryobi, Green Machine, Hackboy)
- \* Små motorhackor (Little Wonder SV 4, Ryobi Cultivator RC 100)
- \* Stora motorhackor (Honda F405)



## Resultat och utvärdering

### **Manuella handredskap**

#### Renshackor (bethackor)/rensjärn

I huvudsak kan de provade renshackorna och rensjärnen delas in i två grupper:

*\* Fast skaft  
rensjärn:*

1. Munkförshackan
2. Norbergs 18

*renshackor:*

3. Wedevåg 5390
4. Wedevåg 5430

*\* Utbytbart skaft  
renshackor:*

5. Gardena 3189
6. Wolf HU-M10
7. Wolf HO-M14

En fördel för renshackorna med utbytbart skaft är att man kan "göra" en individuell hacka för varje person. Med varierande skaftlängd får man olika arbetsvinkel på hackbladet, detta har i sin tur stor betydelse för arbetsställningen. I vissa fall kan man även få varierande skaftdiameter, vilket kan vara till fördel för till exempel en kvinna med små händer.

Om man väljer en renshacka med fast skaft måste man, eftersom bladet många gånger upplevs ha fel arbetsvinkel, justera (kröka) hackbladet till en passande vinkel. Hur detta påverkar hållfastheten kan ifrågasättas.

Följande värderingar gjordes av försökspersonerna efter användning av hackorna:

I nacken upplevdes en måttlig (2) belastning. Försökspersonens längd i förhållande till redskapets skaftlängd har betydelse här, en lång person måste i regel böja huvudet mer än en kort.

För axel/skuldra/arm upplevdes belastningen som hög (3) för den arm, som höll längst upp på skaftet, den tillbakadragande, och måttlig (2) för den arm som höll längst ner, den lyftande och framåtförande. Greppet skiftades automatiskt ganska ofta.

Hand/handled värderades på samma sätt som axel/skuldra/arm.

Belastningen i ländrygg bedömdes vara måttlig (2) till hög (3). En felaktig arbetsställning där ryggen istället för knäna böjdes förstärkte detta.

Höfterna belastades ringa (1) till måttligt (2) också mycket beroende på en felaktig arbetsställning.

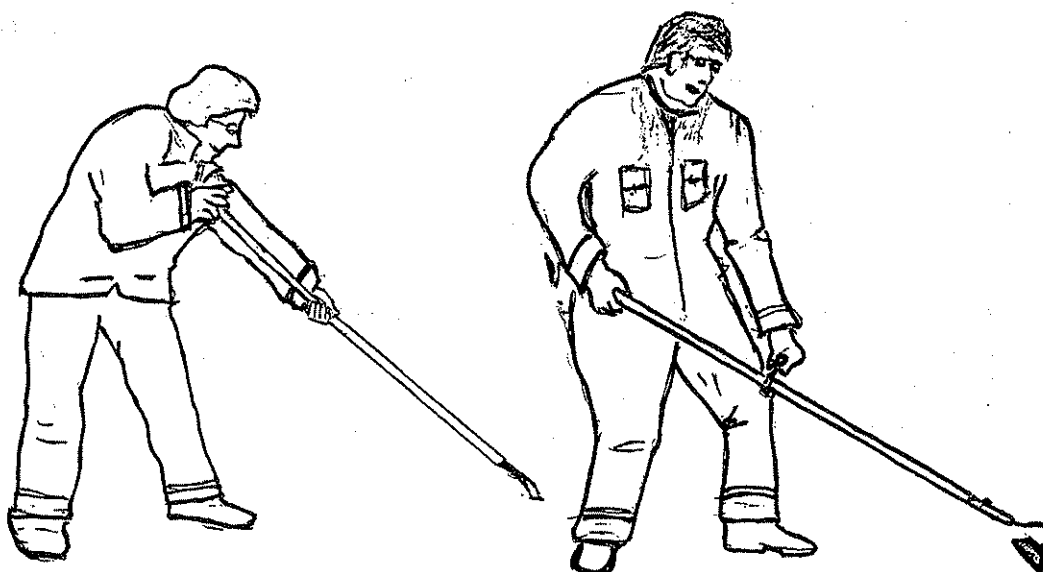
Ringa belastning (1) upplevdes i knän och fötter/fotled.

En felaktig arbetsställning vid arbete med renshacka ger stora belastningar på kroppen speciellt vid långvarigt arbete. Man låter ryggmuskulaturen arbeta istället för den betydligt starkare benmuskulaturen.

*En felaktig arbetsställning kan orsakas av:*

- a. redskapets utformning*
- b. redskapets handhavande*

Ett tvärhandtag på hackans skaft ger en bättre arbetsställning för den nedre handen och belastningen minskas.



*Figur 12a. Felaktig arbetsställning   b. Riktig arbetsställning*

För att renshackan skall vara effektiv måste hackbladet hållas skarpt och skärpan får ej försvinna alltför snabbt. Så har varit fallet för en del av de provade renshackorna.

## Pendelhackor

Pendelhackorna är ledade i hackbladet, redskapen kan delas upp i:

*Fast skaft:*

8. Norbergs 34

*Utbytbart skaft:*

9. Wolf DA-S med stjärnhjul

10. Wolf DY-M

Gemensamt för pendelhackorna är att de överlag upplevts ge lägre belastning än renshackorna och skyffeljärnen.

Följande värdering gjordes av försökspersonerna efter användning av hackorna:

Belastningen på kroppen har värderats som måttlig (2) och med några undantag till hög (3), från nacke, axel/skuldra/arm, hand/handled till ländrygg. Hög belastning (3) upplevdes i vissa fall i den hand/arm som hölls högst upp på skaftet och där arbetsställningen blev felaktig på grund av för kort eller lång skaftlängd.

I höfterna värderades belastningen till ringa (1) eller i vissa fall måttlig (2).

Knä och fötter/fotled påverkades inte i något fall.

Pendelhackorna kan vara svåra att använda på rätt sätt, det är inte självklart att de både kan skjutas framåt och dras tillbaka.

Tvärhandtag i änden på skaftet inbjuder till en helt felaktig arbetsställning om skaftet är för långt eller arbetsvinkeln är fel på hackbladet i förhållande till operatörens längd. Armarna bör i möjligaste mån hållas intill kroppen för att få stöd och styrka. Med ett felaktigt placerat tvärhandtag förs armbågen bakåt i den vinkel där cirkulationen till muskler och senor påverkas negativt. Detta kan ge upphov till belastningsskador på sikt.



*Figur 13. Tvärhandtag på skaftet kan locka till en felaktig arbetsställning.*

Även på denna typ av hackor är det en fördel med utbytbart skaft för att kunna anpassa redskapet efter användarens kroppsbyggnad.

## Skyffeljärn

I huvudsak kan de provade skyffeljärnen indelas i två grupper:

### *Fast skaft:*

- 11. Norbergs 31
- 12. Norbergs 32
- 13. Norbergs 33
- 14. Wedevåg 5361
- 15. Wedevåg 5381
- 16. Wedevåg 5385
- 17. Wilkinson 202470
- 18. Wilkinson 202486
- 19. Zink Lysbro 24
- 20. Zink Lysbro 28

### *Utbytbart skaft:*

- 21. Gardena 3187
- 22. Wolf GS-M16
- 23. Wolf RF-M

Följande värderingar gjordes av försökspersonerna efter användning av skyffeljärnen:

I nacken är belastningen måttlig (2) till hög (3) vid användning av skyffeljärn, beroende på redskapets längd i förhållande till användarens längd.

Axel/skuldra/arm belastas olika på grund av vilken sida man arbetar med redskapet på. Man skiftar sida när man känner sig trött. Den hand/arm som hålls längst upp på skaftet, den påskjutande armen som belastas hårdast bedömdes genomgående utsättas för hög belastning (3). Armen som hålls nere på skaftet, den styrande armen, belastas måttligt (2).

Hand/handled belastas i de flesta fall måttligt (2). Variationer från ringa (1) till hög (3) belastning finns. Den höga belastningen upplevs i den påskjutande handen och handleden.

Belastningen i ländryggen har genomgående upplevts som hög (3). Här spelar förmodligen en felaktig arbetsställning en roll. Om arbetsställningen är riktig, bör inte belastningen på ländryggen bli så stor.

Höfterna har belastats ringa (1) till måttligt (2).

Ringa belastning (1) har upplevts i knän och fötter/fotled.

Tvärhandtag finns i änden på de flesta skyffeljärn med fast skaft. För skyffeljärnen gäller samma som för pendelhackor/remsjärn, att ett tvärhandtag placerat på ett skyffeljärn med fel skaftlängd och/eller fel arbetsvinkel är direkt skadligt ur ergonomisk synpunkt. Några av skyffeljärnen har en

vinklad gummiklädd övre ände av skaftet. Denna utformning upplevs positivt och ger också handen som är placerad längst ut på skaftet en förbättrad arbetsställning. Ett justerbart handtag längre ned på skaftet skulle vara till nytta för styrhandens arbetsställning.

Ett skyffeljärn skall inte vara för brett då upplevs det som klumpigt och svårarbetat. Med skyffeljärnen som är slipade både i främre och i bakre kant är det möjligt att bearbeta med både när det förs framåt och dras tillbaka. Arbetsvinkeln blir dock något felaktig när de dras tillbaka, men det upplevs ändå som positivt att de är dubbelverkande.

Arbetsvinkel och skaftlängd anses vara ett stort problem även när det gäller denna typ av redskap. Det finns ett mindre antal med utbytbara skaft där man kan eliminera dessa problem. Skärpan på skärorganet är viktig. Muskelbelastningen blir mindre med vassa redskap. Wilkinson hackans skär bibehöll skärpan väl.

### Övriga

Zink Lysbro 61 med fast skaft och Wolf iE-M med utbytbart skaft är redskap som kan kallas för kultivator. Ur belastningssynpunkt kan de i stort sett jämföras med renshackor.

## Motorhackor

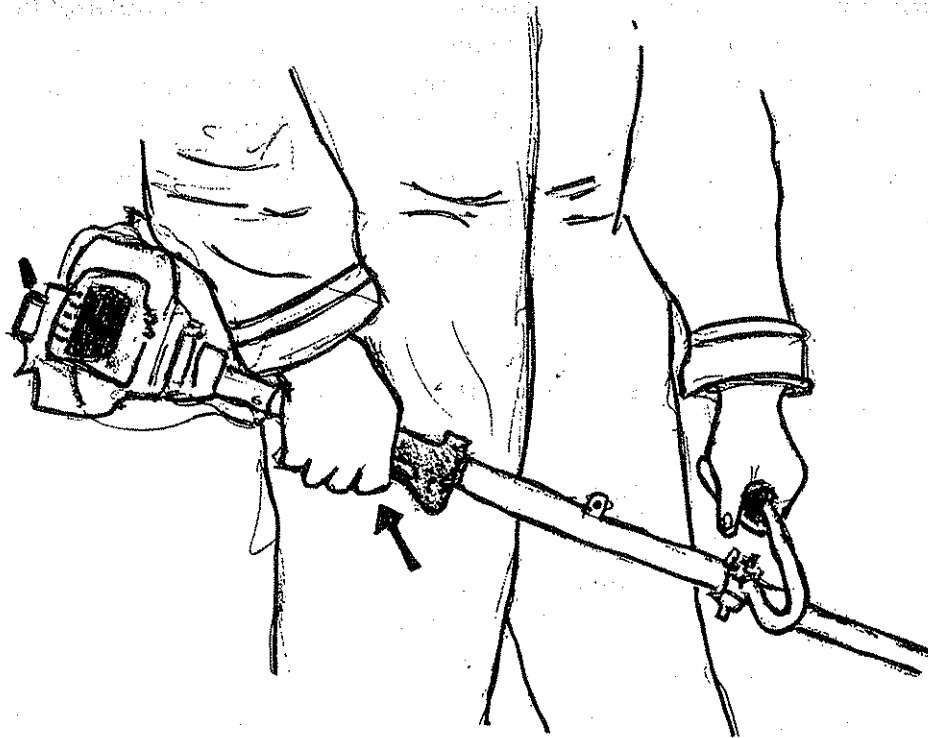
Burna motorhackor (Stihl FR106, Tanaka AST 7000N, Ryobi RHL 1100, Green Machine, och Hackboy)

Följande värderingar gjordes av försökspersonerna efter användning av motorhackorna:

Uppskattningen av belastningen på nacke varierar mellan ringa (1) och hög (3). Detta beror på personens längd, då långa personer upplever en högre belastning på nacke och rygg än korta personer.

Axel/skuldra/arm belastas olika beroende på hackorganets funktion. På Ryobi och Tanaka som har framåtdrivande arbetsorgan upplevs hög (3) belastning på högerarmen som belastas statiskt av motorn tyngd (armen som används för gasreglaget) och måttlig (2) på vänsterarmen (armen som styr och håller redskapet i rätt läge) medan på de redskap som inte har framåtdrivande arbetsorgan, Green Machine och Hackboy belastas vänsterarmen mest.

För hand/handled upplevs belastningen på både vänster och höger hand som måttlig (2) och på maskinerna med framåtdrivande arbetsorgan i något fall hög (3). På alla redskapen finns ett tvärhandtag av varierande tjocklek för vänsterhanden. Arbetsställningen för denna hand blir därför relativt god medan ställningen för handen som används för gasreglaget blir onaturligt vinklad. Den fastlåsta handställningen runt gasreglaget ger också en statisk belastning i denna hand.



*Figur 14. Man tvingas hålla hand och finger i ett visst läge och med en viss kraft under en längre tid, för att kunna manövrera gasreglaget.*

Belastningen på ländryggen upplevs som måttlig (2) till hög (3), för Tanaka, Ryobi och Stihl beroende på att man måste hålla emot ganska mycket och för Hackboy beroende på att den drar i sidled p g a att bearbetningsorganet arbetar i horisontalplanet.

För höfter, knän, och fötter/fotled värderas belastningen vara ringa (1) med undantaget för en person, som upplevde hög belastning (3) vid användning av Tanaka, förmodligen beroende på att en stor mothållande kraft behövdes.

Motorn på Stihl FR 106 bärs på ryggen som en ryggsäck. Den är otymplig att ta av och på. Med motorn igång är detta dessutom farligt. Risken finns att gasreglaget fastnar och arbetsorganet snurrar okontrollerat. Tyngdpunkten på motorn är placerad för långt bakom ryggen på grund av ett mellanrum mellan ryggen och motorn (detta är nödvändigt eftersom motorn måste kunna röra sig kring sin lodräta axel). Detta ger upphov till en extra belastning på axel/skuldra/ländrygg.

Tanaka och Ryobi är redskap av samma typ, de bärs som röjsågar med sele och har framåtdrivande arbetsorgan. En relativt stor bakåtriktad kraft behövs vid arbete med dessa.



Hackboy har ett arbetsorgan av frästyp som arbetar i horisontalplanet. Man måste hålla emot den vridande rörelsen redskapet vill göra. Vinkeln på arbetsorganet går ej att ändra och blir felaktig om föraren är lång. Den vridande rörelsen blir förstärkt vid felaktig vinkel av arbetsorganet.

Green Machine har en bärsele som upplevs kort. Det är därför svårt att finna en tillfredställande arbetsställning för högerhanden. En viss skaderisk finns därför för fötterna, som kan komma i närheten av hackorganet. Skyddsskor bör användas.

#### Små motorhackor (Ryobi Cultivator RC 100, Little Wonder SV 4)

Belastningen på nacke upplevdes genomgående som måttlig (2) vid körning med mindre motorhackor.

För axel/skuldra/arm värderades belastningen till hög (3) av de kvinnliga försökspersonerna och måttlig (2) av den manliga.

Hand/handled belastades måttligt (2) till högt (3). Försökspersonen som upplevde belastningen som hög ansåg också att den statiska belastningen i handlederna var besvärande.

Ländrygg och höfter belastades ringa (1) till måttligt (2). Ringa belastning upplevdes av den manliga försökspersonen medan de två kvinnliga kände av trötthet eller smärta i både rygg och höfter.

På knän och fötter/fotled upplevdes ringa belastning av samtliga försökspersoner.

Ryobi har avgasröret riktat bakåt vilket gör att man får avgaser i ansiktet vid körning. För korta personer är det en nackdel att handtagen är placerade relativt brett isär. Armarna kan då inte hållas intill kroppen så att man får den bästa arbetsställningen. Både Ryobi och Little Wonder kräver mycket statiskt muskelarbete, en fastlåst arbetsställning och dessutom sidoförflyttning och vridning för att få en genomarbetad yta. En farlig ryggbelastning uppstår vid vridning och belastning av ryggen.

#### Stora motorhackor (Honda F405)

Belastningen i nacke värderades till hög (3).

På axel/skuldra/arm var också belastningen genomgående hög (3), oberoende av personernas muskelstyrka.

Belastningen på hand/handled bedömdes måttlig (2) till hög (3). Det statiska muskelarbetet i handlederna gav besvär som värderades som hög belastning.

I ländryggen var belastningen hög (3). Förmodligen berodde detta på en stor bakåtriktad (mothållande) kraft.

I höfterna upplevdes belastningen som måttlig (2) till hög (3), måttlig (2) av den manliga försökspersonen.

Knän och fötter/fotled fick med denna maskinen ringa (1) till måttlig (2) belastning, (trolig orsak se ländryggen).

Honda F405 är en stor, tung maskin som inte lämpar sig för fysiskt svaga personer. Den kräver ett stort statiskt muskelarbete. En viss snedbelastning av ryggen upplevs också p g a att man kör med överlappning. För att få hela ytan jämnt bearbetad måste maskinen köras med viss överlappning. Maskinen drar ojämnt på grund av att den går i både bearbetad och obearbetad jord. Detta leder till en snedbelastning av ryggen.

### **Start och stopp av motorhackorna**

Vid start av motorhackorna tvingades man ha dessa på marken och/eller hålla med ena handen i maskinen medan man drar i startsnöret med den andra handen. Man tvingades ofta böja sig mycket och dra åtskilliga gånger i startsnöret. Detta var besvärligt och krävde stor arbetsbelastning.

Särskilt Stihl FR 106 var besvärlig. Man måste starta motorn medan den stod på marken. Därefter måste man lyfta upp motorpaketet på ryggen och fästa bårselen. Det var då lätt att komma åt gasreglaget varvid fräsvalsen började rotera. Detta utgör en olycksrisk.

Tanaka AST 7000N var försedd med elstart och var förhållandevis lätt att starta om batteriet var väl laddat. Var batteriet oladdat var det omöjligt att starta maskinen utan tillgång till extra batteri och lämpliga anslutningsladdar.

Den större motorhackan Honda F 405 var förhållandevis lättstartad.

Samtliga maskiner var försedda med centrifugalkoppling. Detta innebär att fräsvalsen inte roterade då motorn gick på lågt varv. Ur säkerhetssynpunkt är detta betydelsefullt att fräsvalsen stannar snabbt då man släpper gasreglaget.

Samtliga maskiner var också försedda med en stoppknapp som bröt strömmen till tändsystemet. Ur säkerhetssynpunkt är det väsentligt att denna är lätt åtkomlig. Hos framförallt Ryobi Cultivator RC100 och Green Machine var stoppknapparna dåligt placerade, dvs placerade alltför långt ifrån handtagen.

## 4 Arbetsbelastning - kraft och vibrationer

### Litteratur

**Vad krävs av burna och/eller handförda maskiner enligt EG:s maskinsäkerhetsstandard?**

Förutom vad som krävs generellt när det gäller väsentliga hälso- och säkerhetskrav krävs nedanstående:

- \* Beroende på typ av maskin, måste stöd och handtag ha den storlek och vara placerade så att stabilitet erhålles under olika driftsförhållanden.
- \* Maskinen måste vara försedd med start- och stoppreglage som är placerade på ett sätt så att operatören kan använda dem utan att släppa handtagen, såvida inte handtagen kan släppas utan risk eller om det är tekniskt omöjligt att konstruera maskinen så.
- \* Maskinen måste vara utrustad för att förhindra oavsiktlig start eller fortsatt drift efter det att föraren har släppt handtagen. Om ej så är fallet måste motsvarande funktion finnas.
- \* Operatören måste kunna se arbetsorganet och bearbetat material.
- \* Instruktionerna måste ge följande information som rör vibrationer som överförs av handhållna eller handförda maskiner:  
Om storleken på det viktade rms- värdet överstiger  $2,5 \text{ m/s}^2$  skall värdet anges. Om värdet inte överstiger  $2,5 \text{ m/s}^2$  behöver ej siffervärdet anges.

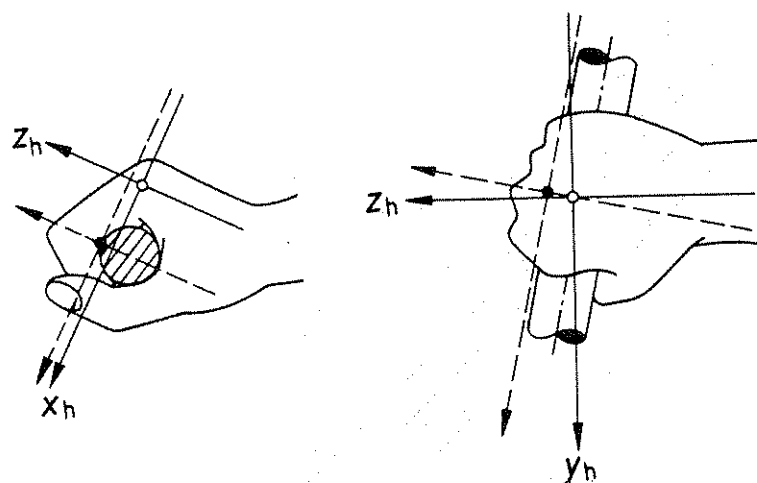
Ifall det saknas någon tillämpbar standard måste tillverkaren ange mätmetoder och omständigheter kring mätningarna. Standarderna är allmänt hållna för att passa alla maskingrupper.

### **Gällande vibrationsmättningsstandarder**

Vibrationsmätningar kan utföras enligt Svensk Standard SS-ISO 5349 som är en mätstandard.

Vibrationernas storlek anges normalt i storheten acceleration ( $\text{m/s}^2$ ).

Vid presentation i form av vägt värde används ett vägningsfilter där dämpningen är 0 upp till 16 Hz för att sedan öka med sex dB per oktav över denna frekvens. Denna kurvas form har härletts ur studier av människans svar på vibrationer som överförs till handen. Enligt standarden skall vibrationerna mätas i tre riktningar vinkelrätt mot varandra. Den riktning som har högst vibrationsnivå används för att bestämma den högsta vibrationsnivån. Det är önskvärt att accelerationsgivarna placeras enligt ett "biodynamiskt koordinatsystem".



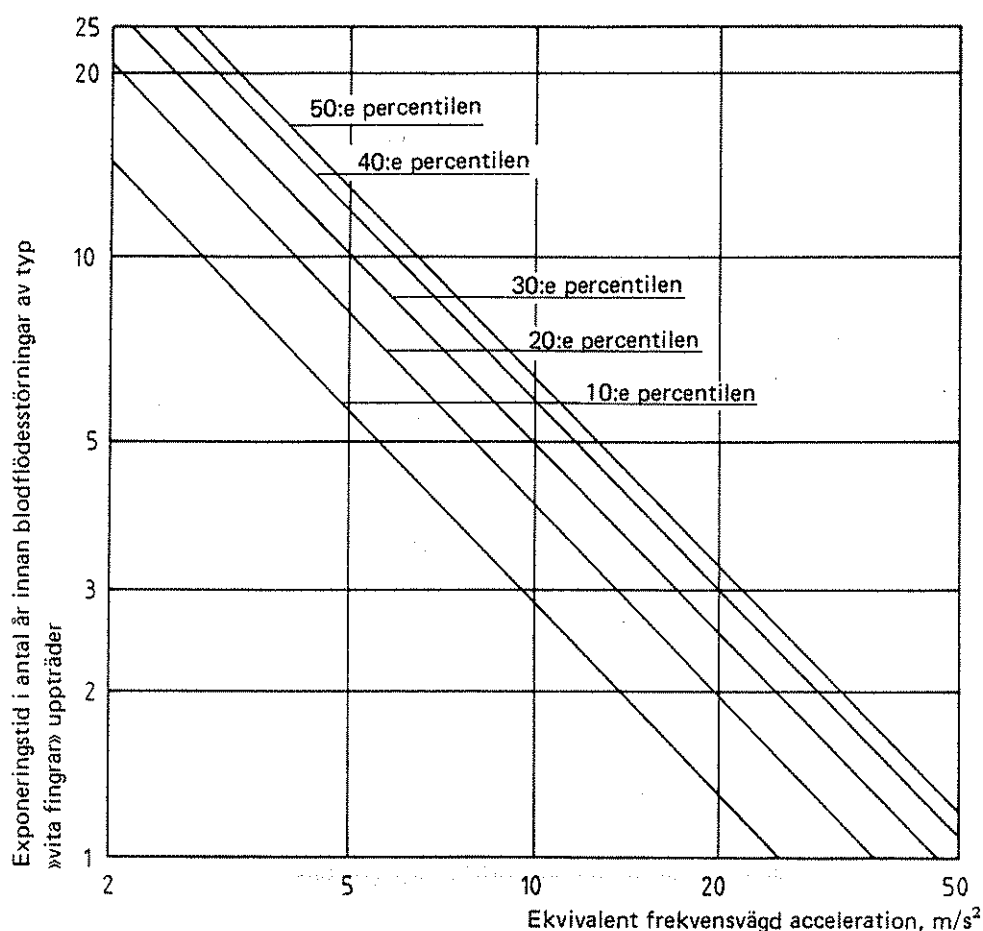
Figur 15.

SS-ISO 5349, 1986

——— Biodynamiskt koordinatsystem

----- Verktygsorienterat koordinatsystem

Ofta är inte detta möjligt utan man tvingas placera givaren enligt ett "verktygsrelaterat koordinatsystem". Det är besvärligt att placera givarna på exakt samma sätt vid upprepade mätningar på samma maskin eller på olika maskiner. Den högsta vibrationsnivån är ofta inte i en av de tre mätta riktningarna. Det är därför ofta en fördel att istället presentera den vektoriella summan från de tre mätriktningarna. Bedömningen av påverkan av vibrationer grundas framförallt på daglig exponeringstid. Den sammanlagda dagliga exponeringstiden under en arbetsdag bedöms vara 4 timmar enligt de studier som ligger till grund för sambandet som redovisas i figur 16. Samband som visar uppkomst av vibrationsskada i form av "vita fingrar" hos en grupp av individer exponerade för vibrationer som funktion av exponeringstid och 4-timmars ekvivalent frekvensvägd acceleration (SS-ISO 5349, 1986).



Figur 16. Samband som visar uppkomst av vibrationsskada. "Vita fingrar"

Rms- värdet (root-mean-square) är vibrationens effektivvärde. Vid exponering under en sammanhängande tid vid en konstant rms frekvensvägd vibration i (t) sekunder gäller sambandet (se ekvationen nedan). Detta innebär att den acceptabla vibrationsnivån kan vara dubbelt så hög om exponeringstiden minskas till en fjärdedel.

$$a_{hw(eq,4h)} = Rms \left[ \frac{t}{T(4)} \right]^{0,5}$$

$a_{hw(eq,4h)}$  är den energiekvivalenta frekvensvägda accelerationen av 4 timmar

Rms är den konstanta rms nivån under en viss tid

t är total daglig arbetstid i timmar

T(4) är 4 timmar

### Arbetarskyddsstyrelsens föreskrift för motorkedjesågar

I AFS 1990:7 finns angivet vad som krävs för att en motorkedjesåg skall få säljas i Sverige. Sågen måste vara typgodkänd och proven utförda vid ett ackrediterat laboratorium. I anvisningen står angivet att vibrationsnivån i handtagen inte får överstiga 10 m/s<sup>2</sup>.

## **Bestämning av vibrationsnivån hos motorkedjesågar enligt SS-ISO 7505**

Accelerationsnivån hos motorkedjesågar mäts i främre och bakre handtaget. Accelerationen mäts på väl definierade ställen. Mätning sker i tre vinkelräta riktningar mot varandra. Mätvärden för vardera riktningen vägs enligt ISO-5349. Rms-värden räknas ut för varje kanal. Den vektoriella summan för de tre riktningarna beräknas.

Mätning sker vid:

- \* Tomgång och obelastad motor.
- \* Sågning vid det varvtal då sågen är fullt belastad.
- \* 133% av sågens varvtal vid full belastning eller maximalt varvtal.  
Det lägsta värdet väljs. Motorn skall vara obelastad.

Samtliga mätkombinationer mäts 5 gånger.

Givetvis blir den vektoriella summan av vibrationerna större än det största värdet för en av riktningarna. Ökningen blir särskilt stor om vibrationerna är lika stora i alla tre riktningarna. Som exempel kan nämnas att summa vektorn blir 10,3 då vibrationerna är 6, 6 och 6. Summa vektorn blir 11,2 då vibrationerna är 3, 6 och 9. I det första fallet blir summa vektorn 71% större än den största enskilda riktningen. I det andra fallet begränsas ökningen till 24%.

### **Pågående standardiseringsarbeten**

Inom standardiseringsgrupper benämnda ISO/TC 118/SC3, ISO/TC 23/SC 13 och CEN/TC 231 pågår omfattande arbete rörande klassificering av maskiner ur vibrationssynpunkt och framtagning av mätstandard för enskilda maskintyper.

### Vibrationsklassning av handverktyg enligt Statens Provningsanstalts (SP) maskinsäkerhetsstandard

På grundval av bl.a. SS-ISO 5349 och EG:s maskindirektiv som kräver att vibrationen skall anges om den överstiger  $2,5 \text{ m/s}^2$  i den riktning som har störst vibrationsnivå, har SP utarbetat ett förslag på olika klassindelningar samt största acceptabla exponeringstid per dag. (tabell 3). Provning sker genom att tre likadana verktyg provas under likartade förhållanden i laboratorium.

*Tabell 3. Statens provningsanstalts förslag till klassindelning av handhållna verktyg.*

<i>Vibrationsklass</i>	<i>Vibrationsnivå <math>\text{m/s}^2</math></i>	<i>Största acceptabla exponeringstid/dag</i>
0	<2,5	Hel dag
1	2,6-3,5	4 h
2	3,6-4,9	2 h
3	5,0-7,0	1 h
4	7,1-9,9	30 min
5	10,0-14,0	15 min
6	14,1-19,8	7,5 min
7	> 19,8	< 7,5 min

### Jordfräsar och motorhackor

I standardförslaget benämnt "Pedestrian controlled tractors with mounted rotary cultivators, motors, motor hoes and motorhoes with drive wheel(s)" anges vad som skall provas ur säkerhetssynpunkt. Förslaget har beteckningen CEN/TC 144 N 44 E.

Förslaget omfattar provning av maskinens egenskaper när det gäller olycksrisker. Liksom i många andra CEN- standarder har man endast beaktat ergonomiska faktorer i liten omfattning.



Det står angivet att maskinen skall provas ur vibrationssynpunkt, men lämplig CEN- standard saknas. Det finns en metod redovisad för att mäta styrkrafter på en jämn torr betongyta. Arbetsorganet skall ej beröra ytan. Den erforderliga kraften för att flytta handtaget i sidled mäts. Detta är tyvärr inte en metod som speglar de krafter som är erforderliga vid praktiskt arbete i fält.

Det finns ej heller någon provningsmetod, som utvärderar risk för kast. Kast som kan uppstå om man kör på jordfasta föremål.

### **Hur påverkas människan av höga vibrationsnivåer och stora krafter?**

För höga vibrationsnivåer, för stora statiska och dynamiska krafter för att hantera redskapen samt olämpliga arbetsställningar kan ge upphov till trötthet och i sämsta fall bestående skador. En vältränad kropp blir givetvis ej så snabbt trött och får inte så lätt skador. Dålig arbetsmiljö medför att operatören snabbt blir trött. Han blir tvungen att ta pauser ofta, vilket förstås leder till dåligt utnyttjande av arbetstiden. Dessutom riskerar operatören arbetsskador på sikt.

## **Vilka typer av vibrationsskador kan uppstå?**

- \* "Vita fingrar" kallas även traumatisk vasospastisk sjukdom eftersom den yttrar sig som en krampartad sammandragning av blodkärlen i fingerhuden. Sammandragning av blodkärl inträffar i olika hög grad vid kyla, vibrationer, buller, hårt arbete, sinnesrörelser och vid rökning. Kyla är den viktigaste faktorn. Arbete med vibrerande verktyg i kyla kan lätt ge upphov till vita fingrar.
- \* Nervkompressionssyndrom, kallas även karpaltunnelsyndrom, yttrar sig som stickningar, smärta och domningar i tummen, pekfingret, långfingret och halva ringfingret. Smärtan beror på tryck på en nerv. Symptomen kan uppträda vid vissa handställningar. Detta kan bero på att nerven kan bli skadad vid upprepade påverkan av kraftiga stötar i kombination med statisk belastning. Så småningom kan detta ge upphov till bestående skador.
- \* Påverkan på ben och leder är normalt ringa i och över frekvensen 100 Hz. Endast handens hud påverkas. Vid användning av såväl motorhackor som handhackor kan emellertid stora stötblastningar vid låg frekvens överföras till armar och skuldror. Långvariga arbete kan därför ge skador på ben och leder.

## **Material och Metoder**

### **Mätutrustning och mätningarnas genomförande**

#### **Gemensamt**

Mätvärdena insamlades och beräknades på en PCQT dator med Intel 386 processor. Datorn tål fältmässiga förhållanden.

Insamlingshastigheten var 3000 mätvärden per sekund. De insamlade mätvärdena överfördes till hårddisk för senare bearbetning.

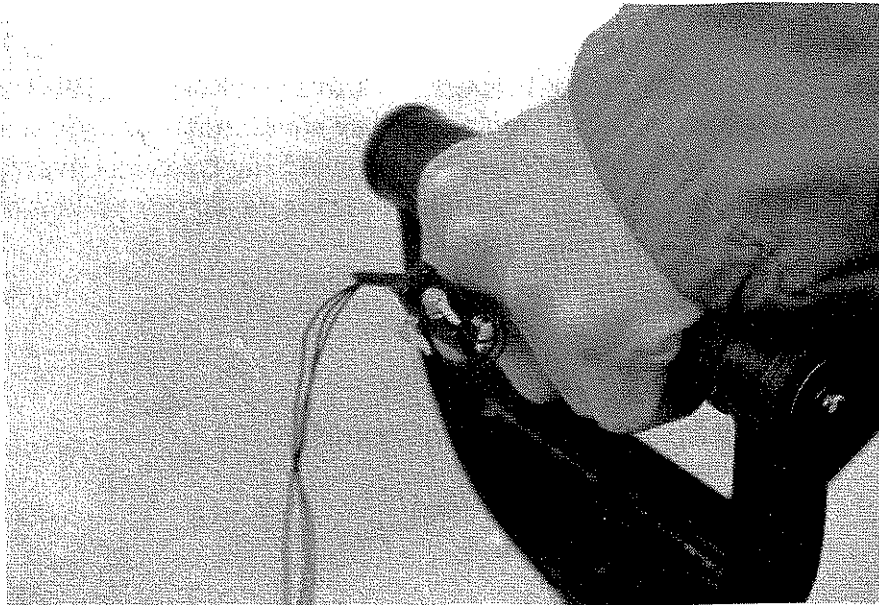
#### **Vibrationsmätningar**

Vid vibrationsmätningarna användes B&K programmeringsbara ljudnivåmätare 2231 försedd med en vibrationsnivåmätenhet typ 2522. Den mäter vibrationerna i tre olika riktningar samtidigt. Instrumentet registrerar Max Peak, Max-, Min- och rms-värdet under flera tidsintervall på minst en

sekund. Mätvärdena lagrades under mätperioden i instrumentets minne. Efter mätningens slut överfördes mätvärdena till en dator för vidare bearbetning.

Instrumentet var inställt för mätning enligt ISO 5349, dvs för mätningar av hand/armvibrationer.

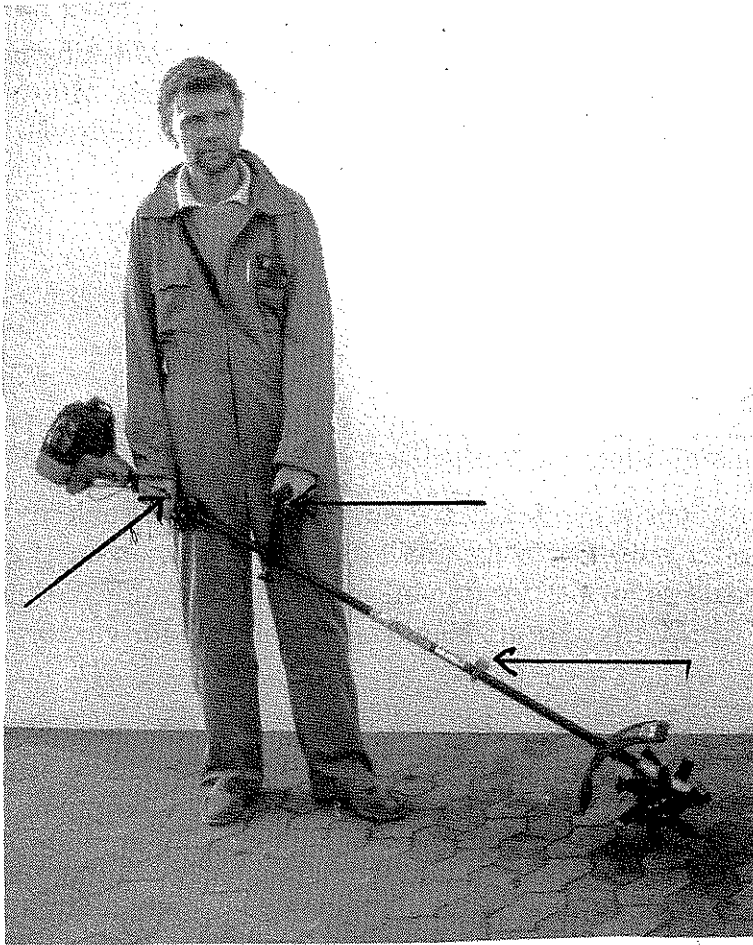
Tre vibrationsgivare typ 4374 var monterade i en handadapter vinkelrätt mot varandra. Adaptern fästes i övre respektive nedre handtag med tape eller buntband för kabel. På tre av maskinerna fästes adaptern istället på höger respektive vänster handtag. Vid mätningen greppade operatören med handen kring adaptern. Dessutom mättes vibrationen i riggröret 50 cm från bearbetningsorganet. På detta ställe användes en triaxial givare typ 4321. Givaren var fäst vid röret med en slangklämma.



*Figur 17. Vibrationsgivare monterad i en handadapter*

Med denna utrustningen var det möjligt att mäta vibrationer i tre riktningar samtidigt, men med endast en placering.

Vibrationer mättes på tre olika provytor nämligen; på mellanlera med ganska hård yta (i tabellerna kallad "Fast"), på mellanlera med ganska lös yta (i tabellerna kallad "Lös") och i grov sand (benämnd "Mycket lös").



*Figur 18. Placering av givare för vibrationsmätningar*

Proven genomfördes med fullt gasreglage på motorn resp. med ett reducerat varvtal som var c:a  $2/3$  av det maximala. Samtliga prov upprepades tre gånger. Varje mätning inskränktes till 20 sekunder för att begränsa datormängden.

### Kraftmätningar

Kraften blev mätt i tre olika riktningar 50 cm från bearbetningsorganet. Under mätförloppet överfördes signaler från vibrationsmodulens AC-utgångar, från trådtöjningsgivarna och från en varvtalsgivare till instrumentförstärkare av märket Analog Devices. Därifrån överfördes signalerna till en 12 bitars AD-omvandlare av fabrikat National Instruments typ AT-MIO-16(L)-9.

## Buller

Vid bullermätningarna användes B & K ljudnivåmätare 2231. Mätningarna företogs vid maximalt varvtal med obelastade bearbetningsorgan. Mikrofonen placerades på höger och vänster sida om förarens öron. Ljudnivån anges vid den sida som erhöll den högsta ljudnivån.

## Resultat och utvärdering

### **Vibration**

Resultaten från vibrationsmätningarna redovisas i bilagan tabell 7-17.

De redovisade resultaten utgör medeltal av tre mätningar. "Max Peak" dvs det största mätvärdet under mätningarna samt "rms" dvs de genomsnittliga värdena under mätningarna redovisas för de vinkelrätt mot varandra orienterade riktningarna X, Y och Z. Dessutom redovisas medeltalen för vektorsummorna.

Dessutom finns mätvärdena redovisade i bilagan figur 22-28. De enskilda mätvärdena är markerade. Värdena är vektorsumman från rms- värdena i X, Y och Z riktning. De redovisade siffrorna är medelvärden för tre mätningar. Slutligen redovisas vektorsumman i tabell 4 för mätningen vid maximalt varvtal på lös jord.

Delavsnitt från några mätningar redovisas i figur 19-20.

*Tabell 4. Medeltal på vektorsummans vibrationsnivån vid max varvtal för motorhackorna vid användning på lös jord. Vibrationsnivån är den sammanräknade vektorsumman för X,Y och Z riktning. Under verkliga förhållanden är jorden ofta betydligt hårdare. Detta ger upphov till högre vibrationsnivåer.*

<i>Givarplacering</i>	<i>Vibration</i>	
	<i>Övre handtag m/s<sup>2</sup></i>	<i>Nedre handtag m/s<sup>2</sup></i>
<i>Handhackor</i>		
<i>Gardena 3189</i>	6,6	7,7
<i>Norberg 34</i>	5,0	6,1
<i>Wedevåg 5385</i>	4,5	5,0
<i>Wolf DA-S</i>	4,5	5,4
<i>Motorhackor</i>		
<i>Green Machine</i>	9,2	15,0
<i>Hack Boy</i>	6,6	5,6
<i>Honda F405</i>	17,0 H	
<i>Little Wonder SV 4</i>	8,2	9,5
<i>Ryobi Cult. RC 100</i>	19,0 H	15 V
<i>Stihl FR 106</i>	6,2	9,2
<i>Tanaka AST 7000N</i>	11,0	15,0

*H = höger handtag*

*V = vänster handtag*

## **Kraft**

Trådtöjningsgivare av litet format hade klistrats på ett sådant sätt att de mätte en riktning per kanal. Avsikten var således att man skulle kunna mäta krafterna i X-, Y- och Z-riktning. Det visade sig emellertid redan vid statisk kalibrering av givarna att det var mycket svårt att anbringa trådtöjningsgivare på ett riggrör så att de visar rätt värden. Avsevärda böjkrifter uppmättes i den obelastade riktningen när en kraft lades på i den belastade riktningen. Detta kan bero på att det är omöjligt att klistra givarna i exakt rätt läge, att rören är heterogena och inte har samma egenskaper då man böjer dem i olika riktningar, att det uppstår torsion (vridning) i röret m.m. Vid provning i fält märktes att kraftgivarna gav utslag då wiren som ligger inuti riggröret roterade.

På grund av att det var omöjligt att få tillförlitliga mätvärden redovisas ej mätningarna av krafter.

## **Buller**

De uppmätta bullernivåerna redovisas i tabell 5 (sid 50). Om bullernivån överstiger 85 dB(A) skall hörselskydd användas. Alla motorhackor utom Honda F 405 hade högre bullernivå än 85 dB(A).

## **Utvärdering av resultaten**

Jordstrukturen har stor betydelse. Under praktiska förhållanden då marken är torr och jorden består av packad lera kan man få väsentligt högre värden än de som redovisas under jordstruktur "fast".

Om jorden är stenbemängd blir givetvis också vibrationsnivån högre än vid körning på stenfri jord.

## Tolkning av mätkurvor

### Histogram

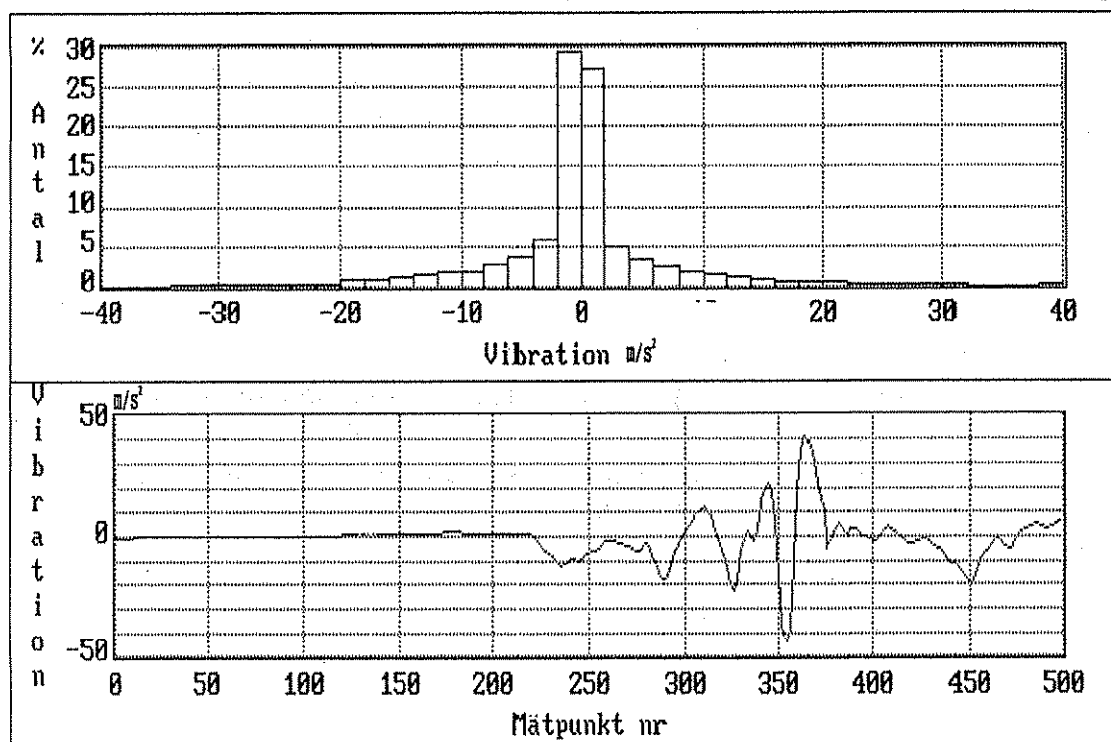
Vibrationen, mätt i  $\text{m/s}^2$  är uppdelad i 40 lika delar i intervallet -40 till 40 för X, Y och Z riktningen samt 0 till 40 för vektorsumman på X, Y och Z. Värdena gäller för en hel mätsekvens under "konstanta" förhållanden. Varje del är angiven i procent.

### Kurva

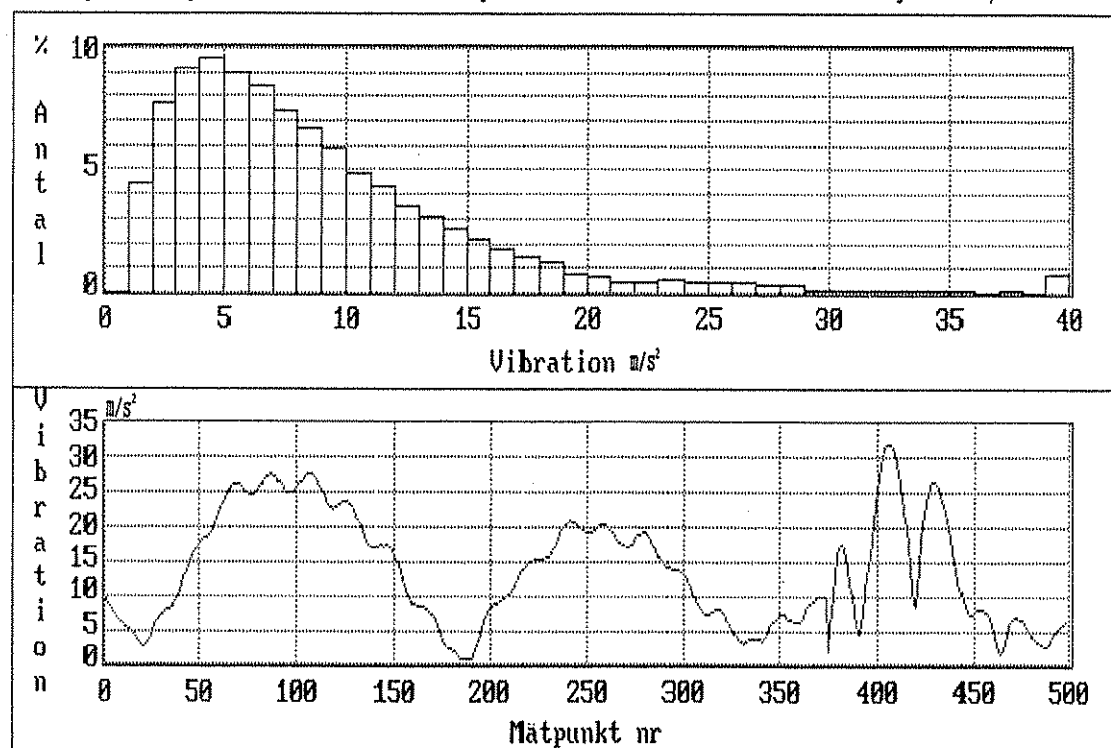
Värdena i kurvan utgör endast en mindre del av hela mätsekvensen för ett prov. I figuren redovisas 500 mätpunkter. Datainsamlingshastigheten är 3000 mätvärden/s. Fyra figurer tillhör samma prov. Således redovisas i figur 19-20 vibrationen i X, Y och Z riktning samt vektorsumman för de olika riktningarna. Observera att skalan för vibrationen ej är densamma för de olika figurerna.



Figur 19. Histogram och kurva från en mätning av vibration mätt i  $\text{m/s}^2$ . Hackan : Renshacka Gardena 3189  
 Förutsättningar: Höger handtag, fast jord. Mättriiktning : X-led (upp- ned i förhållande till skaft)  
 Vid snabb höjning resp sänkning av hackan mot markytan uppstår det höga acceleratinsnivåer. Om jorden är hård bromsas hackan upp snabbt och vibrationsnivån blir hög. I figuren syns också att operatören gjort en paus.



Figur 20. Histogram och kurva från en mätning av vibration mätt i  $\text{m/s}^2$ . Maskin : Tanaka  
 Förutsättningar: Nedre handtag, fast jord, maximalt varvtal. Mättriiktning : Vektorsumma av X, Y och Z  
 Av figuren framgår att vektorsumman naturligtvis blir större än de enskilda riktningarna i X, Y eller Z led.



## Diskussion kring de erhållna resultaten vid mätning av vibration

Proven utfördes på mycket lös, lös och fast jord.

Samtliga prov har inte kunnat utföras vid samma tillfälle för samtliga maskiner. Man skall därför vara försiktig vid jämförelser av värdena mellan olika maskiner. Värdena får mera tolkas som exempel på vad man kan erhålla för vibrationsnivåer under olika förhållanden. Innan en regnvädersperiod hann vi inte prova samtliga maskiner på fast jordstruktur. Efter regnvädersperioden blev jorden lösare. Under en del förhållanden kan jorden bli väsentligt mycket fastare än under de förhållanden som ägde rum under mätning på fast jordstruktur. Detta är särskilt fallet på torr och packad lera. Då kan även vibrationsvärdena bli avsevärt högre.

De visade värdena i bilagan figur 22-28 är effektivvärdena (rms) på accelerationsvärdena till vektorsumman för X, Y och Z axeln.

Proven redovisas för övre resp. nedre handtag eller i förekommande fall höger resp. vänster handtag. Vid proven kördes maskinerna med maximalt varvtal markerat med en (.) i bilden resp. med varvtalet reducerat till två tredjedelar av maximalt varvtal markerat med (+) i bilden.

Av diagrammen framgår att vibrationsnivåerna för flera maskiner var höga. De högsta värdena ca  $20 \text{ m/s}^2$  uppmättes för Ryobi i högra handtaget, ca  $18 \text{ m/s}^2$  för Tanaka i nedre handtaget, samt ca  $15 \text{ m/s}^2$  för Green Machine, Hackboy och Little Wonder vid hackning på fast mark.

Vid proven användes en handadapter från B&K. Adaptern fästes vid handtaget med tape eller kabelbuntband. Vid proven höll man runt basen av handadaptern. Flera av maskinerna hade elastiska handtag. Det redovisas i andra undersökningar att det finns risk för att accelerationsgivarna kan ge för höga värden på grund av att adaptern kommer i svängning.

Som väntat erhöles högre accelerationer då jordstrukturen var fastare, samt då varvtalet på motorhackan var det maximala (max). Användningssättet påverkar också vibrationsnivån. Detta är särskilt påtagligt för handhackorna.

Hackboy, som hade en lodrät axel och var försedd med fyra knivar, avvek från detta mönster. Således erhöles för det övre handtaget (det som är närmast motorn) vid reducerat varvtal högre accelerationsnivåer än vid maximalt varvtal. Vid reducerat varvtal uppstod emellertid ganska stora kast, som ger höga accelerationsnivåer.

Man kan också förvänta sig att det nedre handtaget som är närmast bearbetningsorganet skall ha högre accelerationsnivåer än det övre handtaget beroende på att förflyttningen i olika riktningar är störst närmast bearbetningsorganet.

## **Förslag till vibrationsmätningar under jämförbara förhållanden**

Av graferna framgår att de enskilda mätvärdena varierar ganska mycket. Mätperiodens längd bör därför inte understiga 60 sekunder. Antalet mätningar under samma förhållanden bör vara minst 5 st.

Av tabellerna och graferna framgår att jordstrukturen har stor inverkan på de erhållna resultaten. Av denna anledningen bör vibrationsnivån mätas på minst tre olika jordstrukturer, kombinerat med att jordens skjuvhållfasthet mäts.

Sambandet mellan vibrationsnivån och jordstrukturen fastställs genom regressionsbehandling. Därefter avläses vibrationsnivån vid ett fastställt jordmotstånd. Det blir då möjligt att få fram jämförbara vibrationsvärden även om jordstrukturen är olika. Metoden är emellertid tidskrävande och således dyrbar.

## **Kraft- och vibrationspåverkan på operatören**

### Burna mindre motorhackor

Med den högra handen måste man bära en stor del av maskinens tyngd - i huvudsak motorn. Detta är en statisk belastning. I vissa fall var maskinerna försedda med en bärsele som överförde den största delen av denna belastning till en av operatörens axlar och ryggen. Exempel på detta var Stihl där motorn var placerad på ryggen och Green Machine, som var försedd med en bärrem, som avlastar vikt från händerna.

Med den vänstra handen styr man maskinen. Man tvingas göra en pendlande rörelse i sidled för att hela ytan skall bli bearbetad. Detta beror på att motorhackan lämnar en obearbetad remsa i mitten. De flesta av motorhackorna drar sig framåt, i synnerhet de maskiner som har horisontellt liggande axel. Dragkraften är särskilt stor då jorden är hård. Hugger ett av hackorganen vid endera sidan av centrumlinjen på maskinen i särskilt hårt, uppstår det en sidokraft på maskinen. För att inte maskinen skall röra sig i sidled alltför mycket tvingas man hålla emot med en statisk kraft.

Även då hackorganen på båda sidor om centrumlinjen ger upphov till lika stor kraft utsätts operatören för vibrationer. De uppkommer i synnerhet då jorden är fast. På grund av sin ringa vikt kommer maskinen bl.a. att röra sig i vertikal riktning då hackorganen tränger ned i marken. Då marken var fast kunde maskinen röra sig så mycket i vertikal led, att bearbetningsorganens nedre del ibland var ovanför marknivån - maskinen studsar.

Kroppen utsätts alltså i många fall för både statiska och dynamiska krafter samt höga vibrationer. Ofta tvingas man arbeta med olämplig arbetsställning.

### **Sammandrag av några olika skydds- och arbetsmiljöfaktorer**

Av tabell 5 framgår att de flesta maskinerna var obekväma att bära. Ingen maskin var helt bekväm.

Det är också väsentligt att gasreglaget är bekvämt placerat samt att reglaget är lättmanövrerat med låga manöverkrafter på grund av att man tvingas hålla fingret kring reglaget under hela tiden vid användning.

Av tabellen framgår också att man fick avgaser i andningszonen då man använde Ryobi Cultivator. Samtliga maskiner utom Honda F405 bullrade så högt att man måste använda hörselskydd för att inte riskera hörselskada.

Tabell 5. Skydds- och arbetsmiljöfaktorer hos motorhackorna.

	Hack Boy	Green Machine	Honda F405	Little Wonder	Ryobi Cultivator	Stihl	Tanaka
				SV 4	RC 100	FR 106	AST 7000N
Är maskinen bekväm att bära/hålla?	Nej	Nej	Förhållandevis bekväm	Förhållandevis bekväm	Förhållandevis bekväm	Nej	Nej
Är gasreglage bekvämt placerat	Ja	Ej vid reducere- rat varvtal	Ja	Ej vid reducere- rat varvtal	Ja	Ja	Förhåll- vis bra
Är stoppknapp bekvämt placerad?	Ja	Nej	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja
Är det risk för att man skall bränna sig?	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej
Hamnar avgaser i andningszonen?	Ibland	Nej	Nej	Ibland	Ja !!	Nej	Nej
Finns risk för att få fötter i rotor?	Nej	Viss risk	Nej	Nej	Nej	Ja, igång- sättning	Nej
Hur kan arbetsställ- ningen anpassas efter operatörens längd?	Nedre hand- tag kan flyttas	Nedre handtag kan flyttas	Vinkeln på hand- tag kan ställas	Går ej	Handtag kan justeras	Nedre hand- tag kan flyttas	Nedre handtag kan flyttas Elastiskt
Övrigt	-	-	-	-	-	Omständligt att starta	91,5
Bullernivå dB(A)	89	92,5	82	90	95	92,5	91,5

## 5 Arbetsresultat och tidsförbrukning

### Material och metoder

De olika redskapens effektivitet har undersökts. Med effektivitet menar vi här hur väl ogräsen avlägsnas, hur väl genomarbetat ytskiktet blev och om man kunde komma tillräckligt nära kulturplantorna, samt hur lång tid det tog att bearbeta en yta.

Två bearbetningar med varje redskap på en bestämd yta videofilmades under tidtagning. Testen utfördes på två typer av ytor. Den ena försöksytan låg i en befintlig plantskoleplantering med tung, mycket hård och svårbearbetad jord. Ogräsen hann där bli mellan 5 och 30 cm höga mellan varje hackning. Ogräsfloran var baldersbrå (*Matricaria inodora*), korsört (*Senecio vulgaris*), svinmålla (*Chenopodium album*), åkerbinda (*Polygonum convolvulus*), mjölkdistel (*Sonchus oleraceus*) m fl. Den andra försöksytan var en simulerad plantering med mer lättbearbetad jord, där vitsenap (*Sinapis alba*) såddes som testogräs. Vitsenapsplantorna var omkring 3 cm vid första hackningen och upp till 10 cm vid andra hackningen. Vid varje hackningstillfälle användes varje redskap av två personer, en person med liten kroppsbyggnad, d v s omkring 160 cm lång och vikt omkring 50 kg, och en med större kroppsbyggnad, d v s över 170 cm lång och vikt över 65 kg. I plantskolan gjordes tre bearbetningar. De två första bedömdes 23 respektive 26 dagar efter hackning. En bedömning kommer också att göras under våren året efter försökssäsongen, för att fastställa eventuella långsiktiga skillnader. I den simulerade planteringen gjordes två bearbetningar och två ogräsbedömningar. Ogräsbedömningarna gjordes 13 respektive 24 dagar efter bearbetning.

Minst två och högst 6 personer testade varje redskap och fyllde i enkäter. En del av enkäten utgjordes av frågor om redskapens effektivitet. Frågorna var följande:

- \* Kan redskapet hålla rätt arbetsdjup?
- \* Blir ytan väl genomarbetad?
- \* Fastnar ogräs i bearbetningsorganet?
- \* Kan bearbetningsorganet komma tillräckligt nära kulturplantorna?
- \* Finns det risk för att kulturplantorna bli skadade då man hackar nära dem?

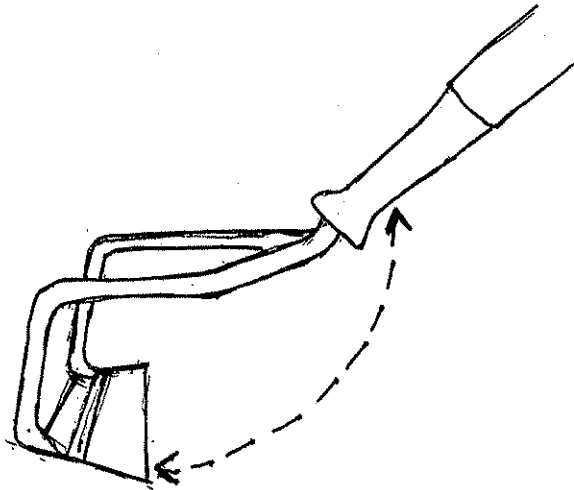
Green Machine, Honda, Tanaka, Stihl, Hackboy, Little Wonder och Ryobi Kultivator RC 100 provades även under längre körtid (20 - 50 min) i luckra planteringar utan sten, under torra och fuktiga förhållanden, och föraren gjorde då noteringar om redskapens effektivitet. Här togs också hänsyn till hur effektiv maskinen var om man inte pendlade med rotorn.

## **Resultat och utvärdering**

### **Manuella handredskap**

#### **Renshackor/Rensjärn (Wedevåg 5430, Gardena 3189, Wolf. HO-M14, Munkforshackan)**

Alla hackor i denna grupp bedömdes hålla rätt arbetsdjup, utom Wolf. Enligt testpersonerna blev bearbetningen med Wolf inte djup nog. Detta beror förmodligen på vinkeln hos hackbladet i förhållande till skaftet. Om man hackar med raka ben och lätt böjd rygg, blir vinkeln hos hackbladet alldeles för liten.



*Figur 21. Hackbladets angreppsvinkel*

Enligt sjukgymnast Marianne Stål, forskare vid Institutionen för Lantbrukets Byggnadsteknik, bör man arbeta med böjda knän, rak rygg och armarna nära kroppen. Tyngden ska vila på ett ben i taget. Det ska alltså vara benen som arbetar, inte armar och rygg. Med denna arbetsställning känns inte vinkeln hos hackbladet lika fel längre.

Enligt testpersonerna föreligger det ingen större risk för att kulturplantorna skadas när hackor av denna typ används. Eftersom man hela tiden arbetar mot sig, har man kontroll över redskapet.

Arbetsresultatet skiljer sig inte nämnvärt mellan de olika redskapen i denna grupp (tabell 6, s. 58).

#### Pendelhackor (Norberg 34, Wolf DA-S)

Testpersonerna ansåg att pendelhackorna höll ett lagom arbetsdjup.

Denna redskapsgrupp ansågs kunna skada kulturplantorna, eftersom man ömsom skjuter redskapet ifrån sig, ömsom arbetar mot sig.

Vid de båda bearbetningarna i plantskolan lämnade Wolfs pendelhacka mer ogräs kvar efter bearbetning, än övriga handredskap. Det beror förmodligen på att "trädgårdsfräsen" hindrade redskapet att vara effektivt när ogräsen var så pass stora som i den aktuella planteringen. Ogräsen fastnade nämligen i "trädgårdsfräsens" taggar. I den simulerade planteringen fanns inga skillnader, värda att notera (tabell 6, s.58)

#### Skyffeljärn (Norberg 31, Zink Lysbro 24)

Redskapen i denna grupp fick omdömet för grunt arbetsdjup på den tyngre och hårdare jorden, medan de ansågs arbeta för djupt i den mjuka jorden.

Eftersom man skjuter denna typ av redskap ifrån sig vid bearbetning, föreligger större risk att kulturplantorna skadas än vid arbete med renshackor. Man har inte samma kontroll över redskapet som när man arbetar mot sig.

Bedömningen av arbetsresultatet visade att Norberg lämnade något mer ogräs oskadad i plantskolan, med den hårda jorden, än övriga handredskap. Eftersom det var mycket hårt i jorden gled skyffelbladet i ytskiktet och skar av ogräsplantorna medan rötterna blev kvar i jorden. Många ogräsplanter hade, med roten i behåll, chans att skjuta nya skott. I den simulerade planteringen, med mjuk jord, kunde inga nämnvärda skillnader mellan de olika handredskapen noteras (se tabell 6, s. 58).



## **Motorhackor**

De motordrivna redskapen är inte lämpliga att använda när ogräsen är över 10 cm, eftersom ogräsen fastnar i det roterande arbetsorganet. När ogräsen är mindre uppstår inga problem med fastnande ogräs.

Inget av de motordrivna redskapen bedömdes av testpersonerna kunna komma tillräckligt nära kulturplantorna. Det föreligger dessutom någon risk till stor risk att plantorna skadas, främst då redskapen studsar på stenar. Föraren tappar då lätt kontrollen över redskapet. Föraren som testade maskinerna under en längre tidsperiod, tyckte emellertid att redskapen gick bra att köra intill plantor. Det handlar troligen om att de olika försökspersonerna gjort olika riskbedömningar när det gäller skador på rötter och plantor.

Vid första bearbetningen gav de motordrivna redskapen sämre resultat än handredskapen. I den simulerade planteringen gav de motordrivna redskapen sämre resultat vid båda bearbetningarna (tabell 6, s.58). Motorhackan lämnar en obearbetad remsa i centrum då man kör rakt fram. Det går att pendla med motorhackanorna i sidled men detta är ansträngande. Resultatet av bearbetning med de motordrivna redskapen beror mycket på hur djupt maskinen bearbetar, vilket i sin tur beror på hur länge man bearbetar samma yta. Men om det skall vara någon vits med att använda ett motordrivet redskap, får det inte ta alltför lång tid att bearbeta en viss yta. Med nuvarande utformning på de mindre motorhackorna är tidsåtgången ungefär densamma som för handredskapen. Med hänsyn tagen till tidsåtgång, ergonomi och arbetskvalitet är handredskapen det bästa valet vid ogräsbekämpning på små ytor. På större ytor är det istället aktuellt att använda större motorhackor eller jordfräsar.

### Burna motorhackor Ryobi RLH1100 med kultivator RGC1100 och Stihl FR106

Maskinerna användes endast på den tyngre jorden, på grund av platsbrist i den simulerade planteringen. Alla testpersonerna ansåg att redskapen arbetade för grunt på denna typ av jord. Dessutom lämnade båda maskinerna mistor. Föraren som testade Stihl under längre tid i lucker planteringsjord, fann resultatet tillfredsställande om maskinen pendlades i sidled.

### Buren motorhacka Green Machine

Green Machine testades endast i de längre körningarna av en person. Omdömet var som följer:

Maskinen är lämplig att köra runt växter, stolpar o dyl. Dess jordsökningsförmåga är bra även på torrt underlag. Maskinen är mycket effektiv och arbetsresultatet är tillfredsställande.

### Buren motorhacka Tanaka AST 7000N

Liksom för Ryobi RLH 1100 och Stihl, ansåg testpersonerna att Tanaka arbetade för grunt. Maskinen lämnade stora mistor. Tanaka testades endast i den simulerade planteringen. I plantskolan, med hård och tung jord, var maskinen omöjlig att använda. I lucker jord däremot, som var fallet i det längre testet, fann föraren maskinen bra att arbeta med. Testföraren tyckte att den var lätt att köra intill växter med och var nöjd med resultatet efter bearbetningen.

### Buren motorhacka Hackboy

Även Hackboy testades endast under längre körningar. Omdömet var följande:

Går bra att arbeta intill växter och stolpar med. Jordsökningsförmågan är ganska dålig på torrt underlag och arbetsresultatet är ej tillfredsställande.

### Små motorhackor Little Wonder SV 4, Ryobi Cultivator RC100

Såvida det inte är mycket torrt och hårt i marken, uppger testpersonerna att ytan blir väl genomarbetad av dessa maskiner. Detta gäller under förutsättning att föraren pendlar det roterande arbetsorganet i sidled. Vid testet då maskinerna kördes under längre tid, noterade föraren att mycket ogräs blev kvar om man inte pendlade maskinen.

### Stor motorhacka Honda F405

P g a ett missförstånd var Honda tyvärr felinställd vid de flesta testtillfällena, men uppgavs hålla bra arbetsdjup då allt var rätt inställt. Arbetsresultatet var också mycket bra när maskinen var rätt inställd. Att tänka på, är att maskinen är mycket stor och är därför endast lämplig att använda i planteringar där det är stora utrymmen mellan plantorna. I det längre testet har föraren noterat att sidoskydd behövs när man ska bearbeta omkring växter.

## Tidsstudie

Underlaget för tidsstudien är för litet för att säga vilka redskap som har högst kapacitet. På den tyngre jorden med stora ogräs i plantskolan tog det längre tid att bearbeta en yta med bestämd storlek med skyffeljärnen än med övriga handredskap. Avverkningen vid användning av hackor varierade mellan 1,5-2,5 m<sup>2</sup>/min och för skyffeljärnen mellan 1,2-1,4 m<sup>2</sup>/min. Effektivast av handredskapen verkar Norbergs pendelhacka vara. Att det behövs mer tid för att bearbeta en viss yta med Wolfs pendelhacka beror förmodligen på "trädgårdsfräsen", som fastnar i de stora ogräsen. När små ogräs ska avlägsnas är däremot "trädgårdsfräsen" bra, eftersom den förhindrar att pendelhackan går för djupt och är i detta fall inte ett hinder för att arbeta snabbt. Lägst tidsåtgång bland motorredskapen hade Ryobi kultivator och Little Wonder, vilka var jämförbara med Norbergs pendelhacka.

På den lätta jorden i den simulerade planteringen var det inga märkbara skillnader när det gäller tidsåtgång mellan de olika handredskapen. Möjligen var pendelhackorna något mer effektiva, än övriga handredskap. Ryobi kultivator och Little Wonder var klart snabbare än handredskapen. Med Tanaka tog det längst tid att bearbeta en yta av bestämd storlek. Honda ingick tyvärr inte i tidsstudien, eftersom den av misstag blivit felinställd.

Tabell 6.

Bedömning av arbetsresultat efter ogräsbekämpning på en svårbearbetad och en lättbearbetad yta. 0= ogräsfritt, 5= 50% av ytan ogrästäckt, 9= 100% av ytan ogrästäckt. Varje tal är ett medelvärde av två försöksrutors bedömning.

REDSKAP	HÅRD YTA, OGRÄS 5-30 cm		MJUK YTA, OGRÄS 3-10 cm	
Bedömningstidpunkt efter hackning. Antal dagar.	23	26	13	24
MANUELLA HANDRED- SKAP				
1. Munkforshackan, rensjärn	2	2,5	3	1,5
4. Wedevåg 5430, renshacka	2	3	-----	-----
5. Gardena 3189, renshacka	2	3	2	0,5
7. Wolf HO-M14, renshacka	2	2,5	2,5	1,5
8. Norbergs 34, pendelhacka	2	2,5	3	2
9. Wolf DA-S, pendelhacka med trädgårdsfräs	3	3,5	3	1,5
11. Norbergs 31, skyffeljärn	3	4	2	1
19. Zink Lysbro 24, skyffeljärn	-----	3	2,5	1
MOTORHACKOR				
Honda F405	-----	1	-----	2,5
Little Wonder SV 4	2,7	2,5	2,5	1
Ryobi RHL 1100	2	2	-----	-----
Ryobi Cultivator RC100	3	2	4,5	2
Stihl FR106	4	2	-----	-----
Tanaka AST 7000N	-----	-----	6,5	3

## 6 Diskussion

Den arbetsmiljö som erbjuds en trädgårdsarbetare vid hackning av ogräs är ofta dålig. Detta gäller både vid användning av handredskap och motordrivna redskap. Vid användning av handredskap är det framför allt problemen med dåliga arbetsställningar och risken för belastningsskador, som är allvarliga. För motordrivna redskap handlar det om samma problem, plus att man har besvär av buller, vibrationer och avgaser.

Det finns flera sätt att angripa dessa problem på. Ett är att förbättra redskapen på ett sådant sätt så att problemen minskas. Men det är svårt att se hur man helt skulle kunna få bort problemen genom att utforma redskapen på ett annat sätt. Det är dock helt klart att det med relativt enkla medel skulle vara möjligt att förbättra situationen. En annan möjlighet är att förändra de ytor som skall ogräsbekämpas, så att det blir möjligt att förändra bekämpningsarbetet.

Alltför ofta är jorden i planteringsytorna tung, hård och har mycket dålig struktur. Detta medför att ogräsbekämpningsarbetet blir mycket tungt och risken för belastningsskador är uppenbar. Det krävs alltså att man redan i anläggningsskedet uppmärksammar och åtgärdar detta problem, och väljer en lättarbetad planteringsjord eller förbättrar befintlig jord. Det är också möjligt att planera planteringsytan på ett sådant sätt så att behovet av ogräsbekämpning minskar, eller att mer rationella ogräsbekämpningsmetoder är möjliga att använda.

Problemen med handredskapen består ofta i att skaft och handtag är felaktigt utformade, eller att det inte går att förändra skaftets längd eller handtagens placering, så att de passar användare med olika kroppslängd. Vinkeln på bladet eller skäret behöver också anpassas efter kroppslängden. Ofta är det möjligt att justera vinkeln genom att helt enkelt böja till det, men man skall då vara medveten om att man försämrar hållfastheten där man böjt stålet. Handredskapen säljs oftast helt utan instruktioner om hur de skall användas. Det skulle behövas någon enklare vägledning, t ex om att man bör välja skaft av rätt längd, skaft som har lämplig tjocklek, inte är alltför tungt osv. Den som använder ett redskap som är dåligt anpassat efter den egna kroppsbyggnaden kommer att klara detta genom att använda en felaktig arbetsställning. Några exempel på detta är att om skaftet är för långt frestas man att dra upp armarna så högt att det är skadligt, och om skaftet är för kort får man böja ryggen alltför mycket.

Vid användning av skyffeljärn och olika typer av hackor bör man arbeta med armarna så nära kroppen som möjligt. Det är då möjligt att använda lårmuskulaturen som är betydligt kraftigare än de muskler vi har i armarna. Om man istället håller armarna och redskapet en bit från kroppen, så utnyttjar man bara muskulaturen i armarna, vilket kan leda till belastningsskador i axlar och armar.

Personer som skall arbeta med ogräshackning under längre tid behöver inte bara ett väl avpassat redskap. De behöver också en viss arbetsträning tillsammans med en sjukgymnast, som kan hjälpa till vid inlärn timer av ett rörelsemönster som ger minimal belastning på kroppen. En skicklig sjukgymnast kan också avgöra vilka rörelser som kan ge upphov till belastningsskador på sikt och varna för dessa.

Handtagens placering och utformning, arbetsorganets arbetsvinkel vid en ergonomiskt riktig arbetsställning och hur redskapets arbetssätt påverkar kroppen är delar som bör ingå i en mer ingående undersökning.

När det gäller de motordrivna redskapen är möjligheten att justera handtagens placering, handtagens höjd etc mycket begränsad. Detta leder till att man ofta tvingas arbeta med armar och händer i lägen och vinklar som kan vara skadliga. Speciellt vid användning på hård jord bildas kraftiga vibrationer. Motorhackorna är försedda med tvåtaktsmotorer som ger upphov till dåligt renade avgaser, höga bullernivåer och kraftiga vibrationer. Avgaserna får inte mynna så att de kan hamna i förarens andningszon. Bullernivån bör inte överstiga 85 dB(A) och vektorsumman på vibrationen bör inte överstiga  $5 \text{ m/s}^2$  om man skall använda redskapet under ett längre arbetspass. För närvarande finns det inget acceptabelt tillåtet gränsvärde. De höga statiska-, dynamiska- och vibrationsbelastningarna tvingar operatören att ofta ta en paus.

De motordrivna redskapen är tunga jämfört med de manuella redskapen. Motorhackorna måste därför vara försedda med stödhjul eller med bärsele som fördelar tyngden jämnt på skuldror och rygg.

I de flesta fall lämnar redskapen en remsa obearbetad om man kör rakt fram. Detta beror på att drivningen från motorn till hackorganet är placerat så att det är omöjligt att placera knivarna så att hela bredden blir bearbetad. Detta leder till att operatören tvingas föra hackorganet i en pendlande rörelse från sida till sida framför sig. Denna rörelse i kombination med den belastning som orsakas av redskapets tyngd kan vara skadlig. Motorhackorna bör alltså vara konstruerade på ett sådant sätt att hela arbetsbredden blir jämnt bearbetad.

De flesta av motorhackorna är konstruerade så att de arbetar sig framåt genom jorden. Dragkraften bör dock inte vara för stor. Om dragkraften är för stor måste operatören hålla emot för att jorden skall bli tillräckligt väl bearbetad. Operatören blir alltså utsatt för statisk belastning under hela tiden som han använder redskapet. Redskapen har också visat tendens till att plötsligt ge kast uppåt eller åt sidan. Kör man i en plantering finns alltså risk för att redskapet kan orsaka skador på plantorna vid kast. När man kör relativt nära plantorna är man hela tiden beredd på detta, genom att man spänner sig och håller hårt i handtagen. Denna statiska belastning ger upphov till trötthet i armar och händer och kan förstås också vara skadlig vid körning under längre tid.

Maskinen skall vara lätt att starta och gasreglaget skall vara lätt att manövrera och hålla i önskat läge. Stoppknappen skall vara lätt åtkomlig, så att man snabbt kan stänga av motorn.

Med tanke på olycksfallsrisken måste redskapet vara utformat på ett sådant sätt att man inte kan fastna med fötter eller ben i hackorganet. Efter att man släppt gasreglaget skall maskinens bearbetningsorgan stanna inom 3 sekunder, och maskinen skall vara utformad så att man inte kan komma i kontakt med heta delar och riskera brännskador.

Vid en jämförelse mellan manuella och små motordrivna redskap kan man konstatera att tidsförbrukningen inte skiljer sig så mycket för de två grupperna. Oftast går det något snabbare att hacka en yta med motorhacka än med ett manuellt redskap. Men det är tveksamt om tidsvinsten uppväger de nackdelar som motorredskapen för med sig för föraren i form av avgaser, buller, vibrationer och statisk belastning.

En större motorhacka av jordfrästyp används ofta i planteringar mellan plantorna med gott resultat. Däremot klarar man inte bearbetningen precis omkring plantorna, eftersom motorhackan är för klumpig och risken för skador på plantorna är alltför stor. Det blir alltså en fråga om att välja det redskap som är mest lämpat för den aktuella ytan.

Med hänsyn taget till arbetsmiljö, arbetseffektivitet och kvaliteten på utfört arbete, lämpar sig olika typer av handredskap bäst för mindre ytor med höga krav på hur arbetet blir utfört.

Där höga krav på arbetseffektivitet och lägre krav på precision i arbetet lämpar sig större motorhackor bäst.

Det finns alltså goda möjligheter att förbättra redskapens konstruktion och funktion. Detta arbete bör gå hand i hand med ett utvecklingsarbete när det gäller att anlägga planteringsytor på ett sätt som gör dem mer lättskötta och bättre anpassade till de maskiner och redskap som står till buds för skötsel av ytorna. Dessutom bör personer som arbetar mycket med den här typen av redskap få utbildning och arbetsträning för att lära sig arbeta på ett sådant sätt så att inte kroppen tar skada. Det krävs alltså ganska stora insatser för att man skall kunna "Hacka rätt och må bra" i framtiden.



## 7 Referenser

- Arbeterskyddsstyrelsen. 1986. Vibrationer i handhållna verktyg. (Arbeterskyddsstyrelsens författningssamling 1986:7).
- Arbeterskyddsstyrelsen. 1990. Motorkedjesågar. (Arbeterskyddsstyrelsens författningssamling 1990:7).
- Burström, L & Lindmark, A. 1990. Vibrationer hos handhållna maskiner- nivåer och hygienisk bedömning. (Arbetsmiljöinstitutet: Undersökningsrapport nr 17.)
- CEN/TC 144 N 44 E. 1990. Pedestrian controlled tractors with mounted rotary cultivators, motors, motor hoes and motorhoes with drive wheel(s).
- Ekenvall, L., Hagberg, M., Lundberg, G & Lundström, R. 1991. Att förebygga vibrationsskador. (Arbetsmiljöfonden. Rapportserie.)
- EN 292-2:1991 . Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design - Part 2: Technical principles and specifications.
- Griffin, M.J. 1990. Handbook of Human Vibration. The University of Southampton.
- Hagberg, M. 1987. Arbetsmiljöns betydelse för besvär i skuldra och halsrygg.
- Jacobsson, B., Nordström, B & Lundström, R. 1990. Vibrerande handhållna maskiner i byggbranschen. (Arbetsmiljöinstitutet: Undersökningsrapport nr 27.)
- Lundgren, N., Luthman, G & Elgstrand, K. 1987. Människan i arbete .
- Lundström, R. 1989. Hand-arm vibrationer. Kunskapsläget för bedömning av skaderisker. (Arbetsmiljöfonden. Rapportserien.)
- Serridge, M & Licht, T. 1986. Piezoelectric accelerometers and vibrationpreamplifiers. Bruel & Kjaer
- Svensk Standard. 1986. Vibration och stöt - Riktlinjer för mätning och bedömning av vibrationer som överföres till handen. (SS-ISO 5349 Andra utgåvan.)
- Svensk Standard. Skogsmaskiner - Bärbara motorkedjesågar - Mätning av handöverförda vibrationer. (SS ISO 7505.)
- Vaughan, J. 1975. Strain Measurements. Bruel & Kjaer.
- Instruktionsbok. Vibrationsmätning. Bruel & Kjaer.
- Personlig referens: Marianne Ståhl. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Lantbrukets Byggnadsteknik i Lund.

Litteratur kan erhållas från:

Arbetskyddsstyrelsen, Publikationsservice, Box 1300, 171 25 Solna, Tel 08-7309700

Arbetsmiljöinstitutet, Förlagstjänst, 171 84 Solna, Tel 08-7309800

Arbetsmiljöfonden, Box 122, 111 81 Huddinge, Tel 08-7964700

Bruel & Kjaer, Box 1244, 141 25 Huddinge, Tel 08-7112730

Svenska, CEN och ISO standarder: SMS, Box 5395, 102 46 Stockholm, Tel 08-7838000

## **Bilaga 1.**

### **Adresser till deltagande maskin- och redskapsleverantörer**

#### **Motorhackor**

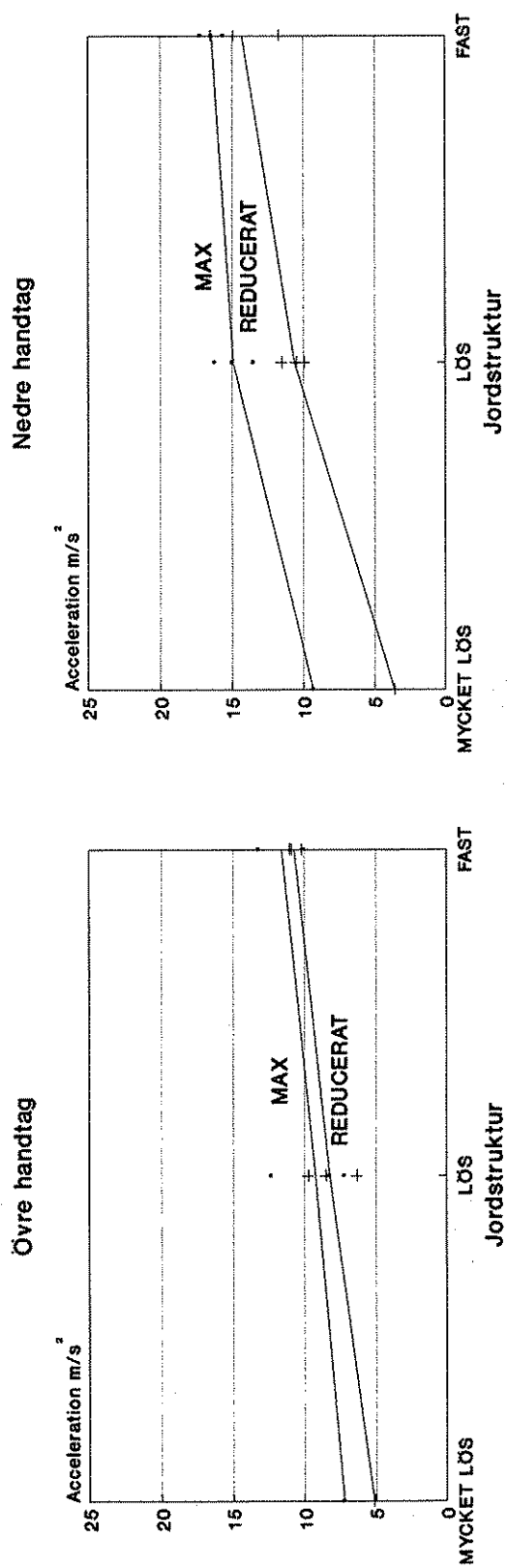
Stihl	Andreas Stihl AB Box 255 433 25 Partille Tel. 031-44 93 10
Honda	Berema Box 1286 171 25 Solna Tel. 08-62 73 55
Tanaka	Jonsereds Motor AB Ljusnevägen 3 A 121 61 Johanneshov Tel. 08-59 03 60
Little Wonder	AB N.O Rönne Box 10060 850 10 Sundsvall Tel. 060-10 18 00
Hackboy	Skärholmens Bil & Traktor Glömsta vägen 15 141 44 Huddinge Tel. 08-779 34 01
Green Machine	Svensk importör saknas

#### **Handredskap**

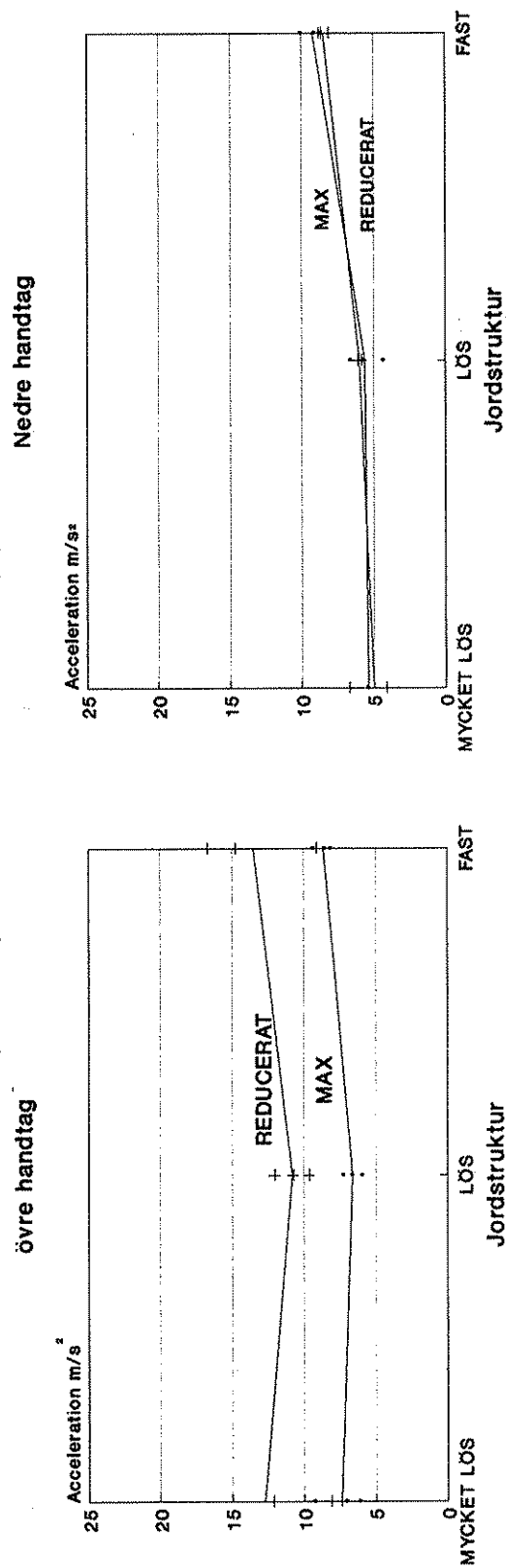
Wolf	Agentor Nordic AB Vagnmakaregatan 3 415 07 Göteborg Tel. 031-26 20 50
Gardena	Gardena Motor AB Box 22044 200 63 Malmö Tel. 040-22 02 20
Norbergs Wedevågs Wilkinsons Zink-Lysbro	Fiskars konsumentprodukter AB Vintergatan 7 591 32 Motala Tel. 0141-33 930
Munkforshackan By smidesverkstad	Svenska Ekologi maskin AB 683 03 Råda Tel. 0563-72 448

## Bilaga 2.

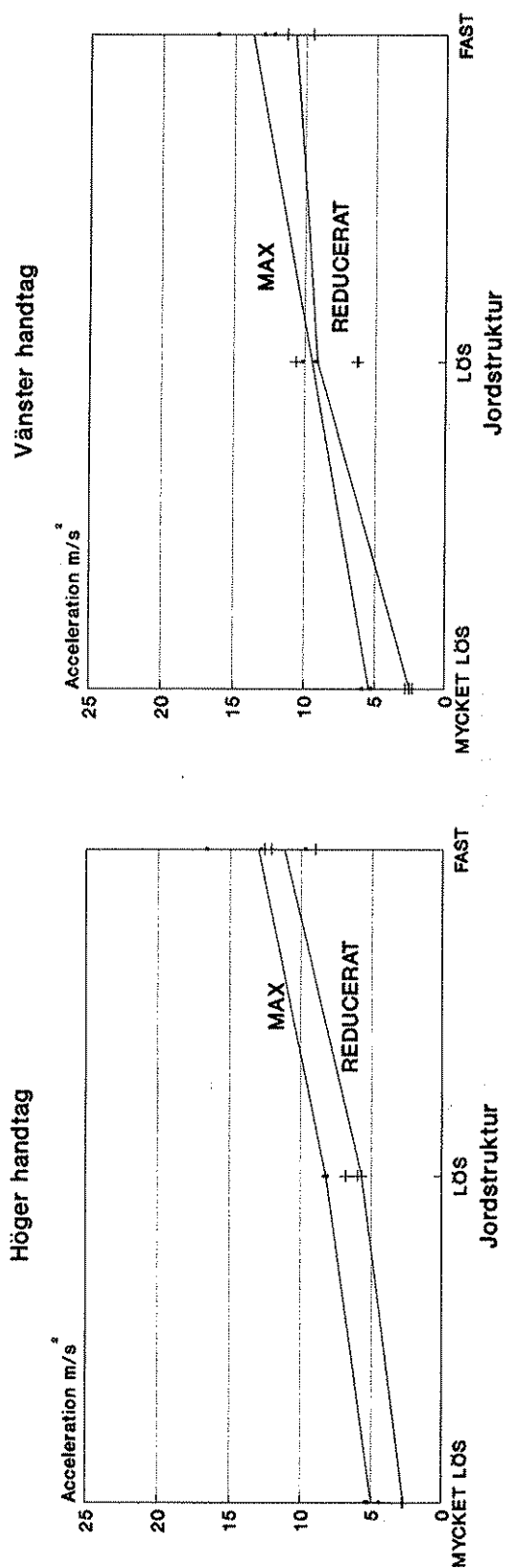
Figur 22. Buren motorhacka Green Machine. Erhållna vibrationsvärden i övre och nedre handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



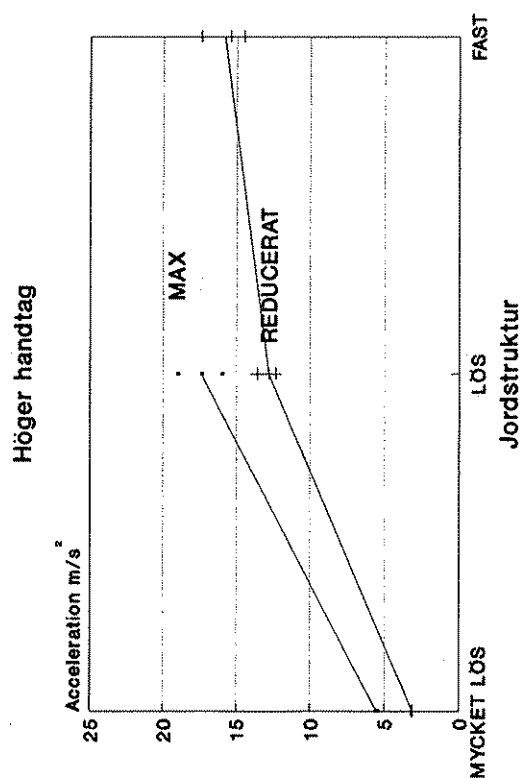
Figur 23. Buren motorhacka Hackboy. Erhållna vibrationsvärden i övre och nedre handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



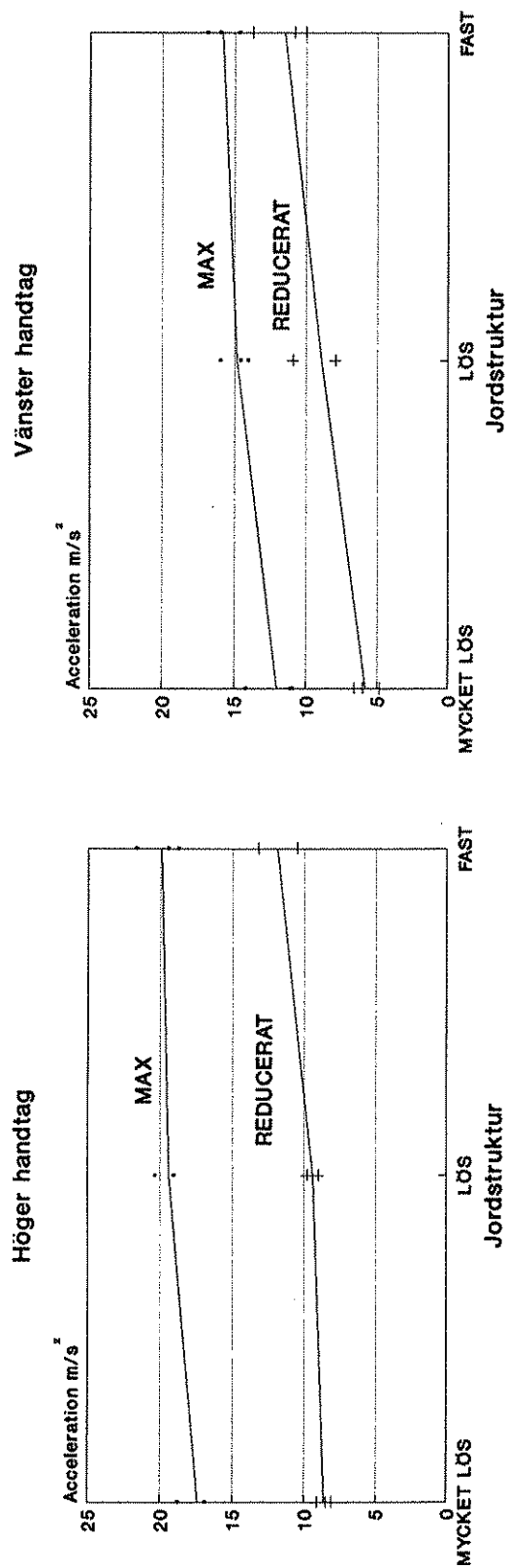
Figur 24. Liten motorhacka Little Wonder SV 4. Erhållna vibrationsvärden i höger och vänster handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



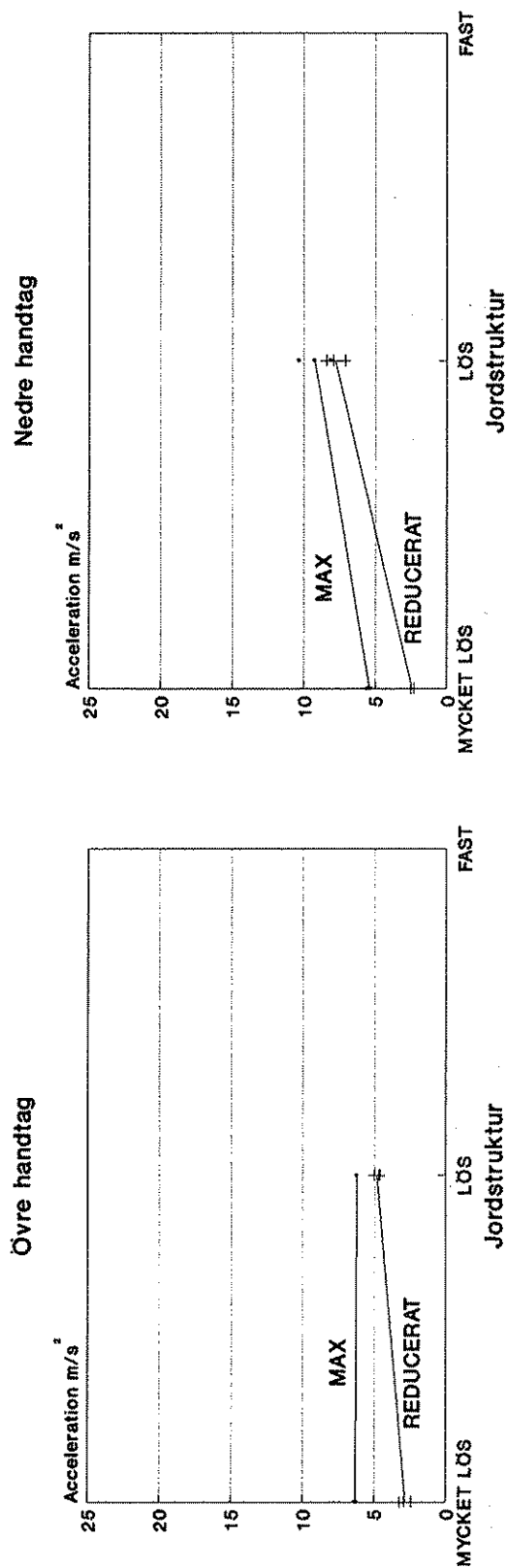
Figur 25. Stor motorhacka Honda F 405. Erhållna vibrationsvärden i höger handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



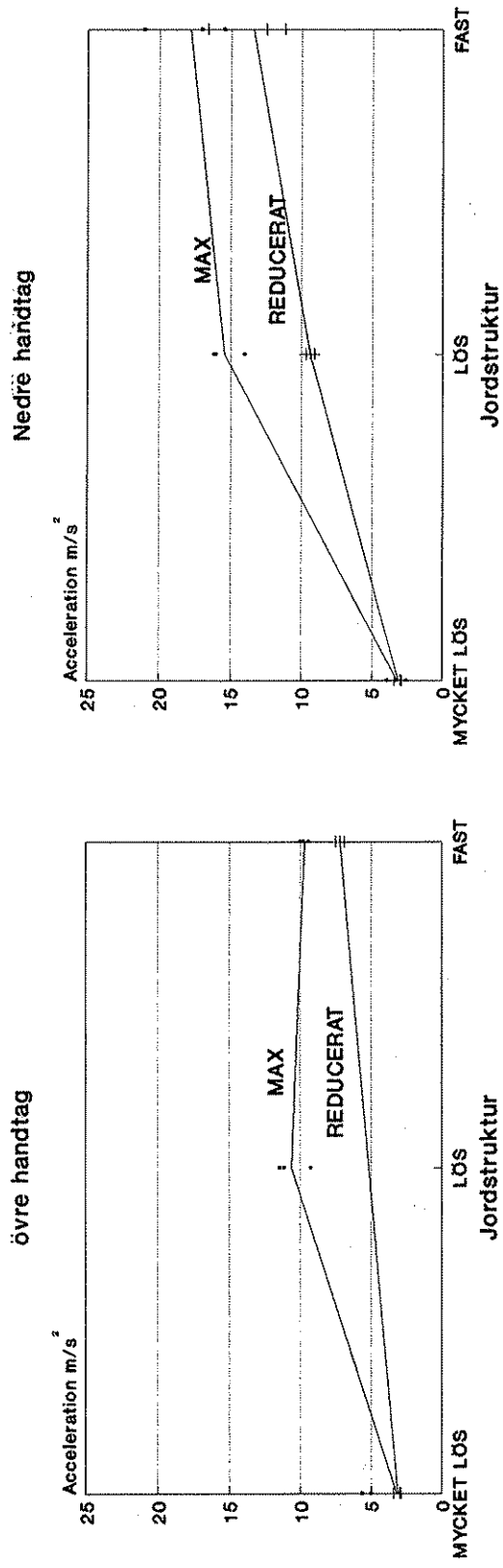
Figur 26. Liten motorhacka Ryobi Cultivator RC 100. Erhållna vibrationsvärden i höger och vänster handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



Figur 27. Buren motorhacka Stihl FR106. Erhållna vibrationsvärden i övre och nedre handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på två jordar med olika struktur.



Figur 28. Buren motorhacka Tanaka AST 7000N. Erhållna vibrationsvärden i övre och nedre handtag. Motorhackan kördes med max resp reducerat varvtal på tre jordar med olika struktur.



# Bilaga 3.

Tabell 7. Vibrationsmätning på renshacka Gardena 3189

Prov-serie	Jordart	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
			Max peak			Rms-värde			
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Övre	72	38	148	7,7	5,4	16	18
2	Fast	Nedre	69	35	135	6,4	4,0	15,0	16
3	Fast	Skaft	37	86	91	5,0	15,0	19,0	23
4	Lös	Övre	41	13	74	3,0	1,3	5,6	6,6
5	Lös	Nedre	31	24	65	2,9	1,7	6,8	7,7
6	Lös	Skaft	12	40	61	1,7	4,0	5,9	7,4

Tabell 8. Vibrationsmätning på pendelhacka Norbergs 34

Prov-serie	Jordart	Givarplacering	Vibration ( $m/s^2$ )						Vektor <u>summa</u>
			Max peak			Rms-värde			
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Övre	58	104	77	8,9	14	9,1	19
2	Fast	Nedre	58	65	148	7,8	8,1	23	26
3	Fast	Skaft	33	86	177	5,8	10,1	24	27
4	Lös	Övre	24	26	47	2,2	3,3	2,9	5,0
5	Lös	Nedre	22	28	61	2,0	1,8	5,5	6,1
6	Lös	Skaft	14	23	62	1,5	2,3	5,7	6,4



Tabell 9. Vibrationsmätning på skvffeljärn Wedevåg 5385

Prov-serie	Jordart	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
			Max peak			Rms-värde			
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Övre	100	62	101	12	10	11	19
2	Fast	Nedre	90	93	66	8,5	11	9,3	17
3	Fast	Skaft	93	133	110	13	15	13	24
4	Lös	Övre	15	27	15	2,3	2,9	2,5	4,5
5	Lös	Nedre	30	29	39	2,5	2,4	3,5	5,0
6	Lös	Skaft	67	62	64	3,8	3,8	5,3	7,8

Tabell 10. Vibrationsmätning på pendelhacka med kultivator Wolf DA-S

Prov-serie	Jordart	Givarplacering	Vibration ( $m/s^2$ )						Vektor summa
			Max peak			Rms-värde			
			X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Övre	46	85	73	4,9	8,7	6,5	11
2	Fast	Nedre	26	57	96	3,9	7,7	8,7	12
3	Fast	Skaft	46	34	40	5,4	4,3	7,5	10
4	Lös	Övre	20	46	29	2,0	2,7	2,9	4,5
5	Lös	Nedre	22	35	34	2,2	2,8	4,0	5,4
6	Lös	Skaft	29	17	29	2,1	2,4	4,1	5,3

Tabell 11. Vibrationsmätning på motorhacka Stihl FR 106

Prov-serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor <u>summa</u>
				Max peak			Rms-värde			
				X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Lös	Max	Övre	30	22	543	2,7	2,1	5,1	6,2
2	Lös	Reducerat	Övre	20	17	32	2,3	1,7	3,8	4,8
3	Lös	Max	Nedre	33	42	59	3,6	5,5	6,3	9,2
4	Lös	Reducerat	Nedre	28	38	53	3,2	4,9	5,0	7,8
5	Mycket lös	Max	Övre	8,8	21	16	2,3	2,0	5,4	6,3
6	Mycket lös	Reducerat	Övre	6,9	6,7	13	1,4	0,9	2,3	2,8
7	Mycket lös	Max	Nedre	6,7	12	18	1,4	2,0	4,8	5,4
8	Mycket lös	Reducerat	Nedre	4,2	7,2	9,6	1,0	1,4	1,7	2,4

Tabell 12a. Vibrationsmätning på motorhacka Green Machine

Prov- serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )				Rms-värde			Vektor summa
				Max peak			Z	X	Y	Z	
				X	Y	Z					
1	Fast	Max	Övre	18	33	20		4,3	8,8	8,4	12
2	Fast	Reducerat	Övre	18	37	20		2,7	9,1	4,6	11
3	Fast	Max	Nedre	67	40	42		11,0	9,5	14,0	16
4	Fast	Reducerat	Nedre	78	35	37		10,0	8,0	6,0	14
5	Fast	Max	Riggrör	33	40	51		4,2	7,0	10,0	14
6	Fast	Reducerat	Riggrör	23	39	62		3,0	6,8	10,0	13
7	Lös	Max	Övre	17	37	35		3,7	8,0	1,4	9,2
8	Lös	Reducerat	Övre	17	37	9,4		3,5	7,0	1,7	8,0
9	Lös	Max	Nedre	68	70	47		10,0	6,7	8,5	15
10	Lös	Reducerat	Nedre	53	41	33		7,2	5,0	6,0	11
11	Lös	Max	Riggrör	18	41	28		3,9	11,0	7,9	14
12	Lös	Reducerat	Riggrör	13	66	40		1,6	9,0	6,4	11
13	Lös	Max	Övre	52	57	23		5,5	7,9	4,7	11
14	Lös	Reducerat	Övre	45	32	39		4,1	5,8	3,6	8,6
15	Lös	Max	Nedre	61	70	66		9,2	7,9	5,0	14
16	Lös	Reducerat	Nedre	54	60	46		7,8	5,5	9,9	9,9
17	Lös	Max	Riggrör	9,8	54	22		1,8	9,0	6,2	11

Tabell 12b. Vibrationsmätning på motorhacka Green Machine

Prov-serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
				Max peak			Rms-värde			
				X	Y	Z	X	Y	Z	
18	Lös	Reducerat	Riggrör	7,8	42	29	1,5	7,9	5,9	10
19	Mycket lös	Max	Övre	11	18	9,0	3,9	6,1	0,8	7,2
20	Mycket lös	Reducerat	Övre	6,5	15	2,2	2,4	4,5	0,8	5,1
21	Mycket lös	Max	Nedre	27	3,4	9,7	9,3	0,4	0,7	9,3
22	Mycket lös	Reducerat	Nedre	14	1,5	1,9	3,5	0,5	0,8	3,6
23	Mycket lös	Max	Riggrör	16	27	16	2,8	7,7	4,8	9,5
24	Mycket lös	Reducerat	Riggrör	4	15	14	0,8	4,5	4,3	6,5

Tabell 13. Vibrationsmätning på motorhacka Tanaka AST 7000 N med kultivator TMC 200

Prov- serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
				Max peak			Rms-värde			
				X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Max	Övre	11	27	36	2,6	5,2	7,7	10
2	Fast	Reducerat	Övre	12	19	31	1,9	3,5	6,0	7,2
3	Fast	Max	Nedre	17	38	71	4,0	8,4	15	18
4	Fast	Reducerat	Nedre	24	31	51	3,7	6,1	11	13
5	Fast	Max	Riggrör	11	40	81	2,3	8,2	14	17
6	Fast	Reducerat	Riggrör	10	40	72	1,7	7,3	12	14
7	Lös	Max	Övre	9,1	32	36	2,4	4,1	9,4	11
8	Lös	Max	Nedre	26	37	50	4,1	6,8	13	15
9	Lös	Reducerat	Nedre	17	18	31	2,8	3,8	8,0	9,4
10	Lös	Max	Riggrör	9,7	41	55	2,1	9,1	10,0	14
11	Lös	Reducerat	Riggrör	7,5	26	35	1,3	6,0	7,2	9,0
12	Mycket lös	Max	Övre	5,8	9,0	13	2,2	3,0	3,5	5,2
13	Mycket lös	Reducerat	Övre	2,0	5,6	9,1	0,9	2,2	4,1	4,7
14	Mycket lös	Max	Nedre	4,3	3,6	8,5	1,2	1,2	2,7	3,2
15	Mycket lös	Reducerat	Nedre	3,9	2,5	11	0,8	1,0	2,8	3,1
16	Mycket lös	Max	Riggrör	3,7	10	11	1,3	3,4	3,7	5,3
17	Mycket lös	Reducerat	Riggrör	2,0	5,4	10	0,6	1,5	4,7	5,0

Tabell 14. Vibrationsmätning på motorhacka Ryobi Cultivator RC-100

Prov-serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )				Rms-värde			Vektor summa
				Max peak			X	Y	Z		
				X	Y	Z					
1	Fast	Max	Höger	44	94	46	8,6	13,5	12,0	20	
2	Fast	Reducerat	Höger	28	55	28	5,0	7,4	7,5	12	
3	Fast	Max	Vänster	41	93	51	6,2	13	12	16	
4	Fast	Reducerat	Vänster	35	58	33	9,1	11	13	19	
5	Lös	Max	Höger	31	78	48	9,1	11	13	19	
6	Lös	Reducerat	Höger	28	56	26	3,9	6,2	4,8	9,4	
7	Lös	Max	Vänster	36	78	38	5,7	12	5,9	15	
8	Lös	Reducerat	Vänster	29	36	29	4,3	5,0	5,8	8,9	
9	Mycket lös	Max	Höger	20	25	29	7,6	9,3	12	17	
10	Mycket lös	Reducerat	Höger	12	20	18	4,3	3,5	6,5	8,6	
11	Mycket lös	Max	Vänster	21	26	25	5,8	8,5	6,1	12	
12	Mycket lös	Reducerat	Vänster	9,7	12	14	2,7	3,0	4,0	5,8	

Tabell 15a. Vibrationsmätning på motorhacka Hack Boy

Prov- serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )				Rms-värde			Vektor summa
				Max peak			X	Y	Z		
				X	Y	Z					
1	Fast	Max	Övre	22	78	11	2,8	5,2	5,9	8,6	
2	Fast	Reducerat	Övre	10	30	35	1,6	7,3	11	14	
3	Fast	Max	Nedre	27	37	31	4,0	5,9	5,7	9,2	
4	Fast	Reducerat	Nedre	27	39	28	4,0	5,4	5,0	8,5	
5	Fast	Max	Riggrör	16	70	49	2,7	7,8	5,8	10	
6	Fast	Reducerat	Riggrör	21	53	23	2,3	7,0	5,5	9,3	
7	Lös	Max	Övre	7,7	16	18	1,8	4,2	4,4	6,6	
8	Lös	Reducerat	Övre	9,3	22	24	1,5	6,7	8,2	11	
9	Lös	Max	Nedre	11	12	12	2,2	3,4	3,9	5,6	
10	Lös	Reducerat	Nedre	10	17	11	2,9	3,6	3,7	6,0	
11	Lös	Max	Riggrör	11	34	27	1,4	4,0	4,0	5,9	
12	Lös	Reducerat	Riggrör	8,4	18	21	0,9	4,4	4,6	6,5	

Tabell 15b. Vibrationsmätning på motorhacka Hack Boy

Prov-serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )									Vektor summa
				Max peak			Rms-värde						
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
13	Mycket lös	Max	Övre	6,1	14	14	2,7	4,3	5,3	7,4			
14	Mycket lös	Reducerat	Övre	20	20	26	1,3	7,6	10	13			
15	Mycket lös	Max	Nedre	7,4	6,9	9,1	2,8	2,1	4,1	5,4			
16	Mycket lös	Reducerat	Nedre	6,7	9,7	7,7	4,4	2,9	3,0	4,9			
17	Mycket lös	Max	Riggrör	5,6	12	9,7	1,7	5,0	9,8	6,2			
18	Mycket lös	Reducerat	Riggrör	3,3	10	8,3	0,6	4,3	2,5	5,0			



Tabell 16. Vibrationsmätning på motorhacka Little Wonder SV-4

Prov- serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
				Max peak			Rms-värde			
				X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Max	Höger	47	105	42	4,6	11,4	3,6	13
2	Fast	Reducerat	Höger	36	88	30	4,2	9,6	3,3	11
3	Fast	Max	Vänster	46	92	67	4,8	9,8	6,7	14
4	Fast	Reducerat	Vänster	42	54	43	4,5	8,7	4,2	11
5	Lös	Max	Höger	23	48	17	3,2	7,0	2,5	8,2
6	Lös	Reducerat	Höger	20	48	15,1	2,8	5	2,2	5,7
7	Lös	Max	Vänster	24	55	34	3,4	6,6	5,8	9,5
8	Lös	Reducerat	Vänster	24	52	32	2,7	5,4	4,3	7,7
9	Mycket lös	Max	Höger	9,1	12	11	1,5	3,7	2,8	5,0
10	Mycket lös	Reducerat	Höger	3,9	8,2	4,0	1,1	2,2	1,2	2,7
11	Mycket lös	Max	Vänster	5,2	11	7,9	1,5	4,8	1,9	5,4
12	Mycket lös	Reducerat	Vänster	5,5	7,3	4,8	1,2	1,9	1,2	2,5

Tabell 17. Vibrationsmätning på större motorhacka Honda F 405

Prov-serie	Jordart	Varvtal	Givarplacering	Vibration (m/s <sup>2</sup> )						Vektor summa
				Max peak			Rms-värde			
				X	Y	Z	X	Y	Z	
1	Fast	Reducerat	H handtag	40	36	45	9,0	7,0	11	16
2	Fast	Max	Riggrör	21	24	28	3,5	5,0	5,2	8,2
3	Fast	Reducerat	Riggrör	16	15	18	2,7	3,6	4,0	6,1
4	Lös	Max	H handtag	48	38	57	9,3	7,4	12	17
5	Lös	Reducerat	H handtag	29	34	35	7,4	5,9	8,6	13
6	Lös	Max	Riggrör	12	23	27	2,1	4,3	3,9	6,2
7	Lös	Reducerat	Riggrör	9,0	14	17	1,3	2,7	2,3	3,8
8	Mycket lös	Max	H handtag	6,3	6,7	9,7	2,6	3,2	3,6	5,5
9	Mycket lös	Reducerat	H handtag	5,7	9,3	5,9	2,4	4,0	2,1	5,1
10	Mycket lös	Max	Riggrör	3,9	9,1	8,2	0,76	4,2	2,3	4,8
11	Mycket lös	Reducerat	Riggrör	1,4	6,6	1,8	0,47	3,0	1,0	3,1